

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

ОБЪЕДИНЕННЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ИНФОРМАТИКИ,
УПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ПРИ ПРЕЗИДИУМЕ СПБ НЦ РАН

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ГРУППА
РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО КОМИТЕТА ПО АВТОМАТИЧЕСКОМУ УПРАВЛЕНИЮ

ИСТОРИЯ ИНФОРМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ (ЛЕНИНГРАДЕ)

Выпуск I

Яркие фрагменты истории

*Под общей редакцией
члена-корреспондента РАН
Р.М. Юсупова*



Санкт-Петербург
Наука
2008

УДК 007
ББК 32/81
И90

Рецензенты:

Советов Б.Я. – академик Российской академии образования,
д-р техн. наук, профессор
Котенко В.П. – д-р филос. наук, профессор
Леонов В.П. – д-р пед. наук, профессор

И90 **История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде). Вып.1. Яркие фрагменты истории** // Под общ. ред. чл.-кор. РАН Р.М. Юсупова; составитель М.А. Вус; Ин-т информатики и автоматизации РАН. – СПб.: Наука, 2008. – 356 с.

ISBN 978-5-02-025337-7 (Общ.)

ISBN 978-5-02-025358-2 (Вып. 1)

Тематический сборник освещает важную роль петербургских научных школ и ведущих ученых в становлении и развитии отечественной кибернетики, а также основ теории управления и информатики. В первом выпуске представлены обзорные материалы по развитию кибернетики и информатики в Санкт-Петербурге, освещается вклад отдельных организаций и роль выдающихся ученых и их научных школ.

Редакционный совет: В.Г. Пешехонов – академик РАН, *председатель*;
Г.А. Леонов – член-корреспондент РАН;
Р.М. Юсупов – член-корреспондент РАН;
Б.Я. Советов – академик РАО, д-р техн. наук, профессор;
М.А. Вус – канд. техн. наук;
М.Б. Игнатъев – д-р техн. наук, профессор;
О.С. Ипатов – д-р техн. наук, профессор;
В.А. Сарычев – д-р техн. наук, профессор;
А.Л. Фрадков – д-р техн. наук, профессор;
И.Г. Чернолуцкий – д-р техн. наук, профессор;
В.Б. Яковлев – д-р техн. наук, профессор.

ISBN 978-5-02-025338-7 (Общ.)
ISBN 978-5-02-025358-2 (Вып.1)

© Коллектив авторов, 2008
© М.А. Вус, составление, 2008
© Р.М. Юсупов, предисловие редактора, 2008
© СПИИРАН, 2008
© Издательство «Наука», 2008

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Санкт-Петербург занимает особое место в истории развития отечественной и мировой науки. Фактически он является родиной российской науки. Именно в этом городе 28 января 1724 г. Указом Петра Великого было основано первое в России высшее научно-учебное заведение – Академия наук в составе собственно Академии, академического университета и академической гимназии.

В течение первых двух столетий столичный статус города, высокий уровень культурной среды, сосредоточение в нем основного академического и университетского потенциалов России, тесные связи с европейским научным сообществом способствовали ускоренному развитию в городе научной мысли. Тогда в Санкт-Петербурге сформировались научные школы мирового уровня в области физики, астрономии, химии, математики, механики, физиологии, востоковедения.

«Петербургскими фрагментами» научной картины мира явились «...периодическая система элементов Менделеева, учение об условных рефлексах Сеченова и Павлова, фагоцитарный иммунитет Мечникова, расширяющаяся Вселенная Фридмана, радио Попова, бесчисленные формулы и уравнения Эйлера, цепные реакции Семенова, закон гомологических рядов Вавилова, асимптотический закон распределения больших чисел Чебышева, линейное программирование Канторовича, атмосфера Венеры Ломоносова, суппорт Нартова, экситон Френкеля и Гросса, телерадиотехника Зворыкина, электродвигатель и гальваноопластика Якоби, полупроводниковые свойства соединений A_3B_5 Горюновой и Регеля, поворотной-изомерная модель полимерных цепей Волькенштейна. Это множество открытых явлений и эффектов, небесных тел и химических реакций, новых веществ, технологий и целых отраслей промышленности, расшифрованных письменностей и введенных в научный оборот документов...»¹

Первую Нобелевскую премию в нашей стране получил петербуржец И.П. Павлов. С Санкт-Петербургом (Ленинградом) связаны имена и других нобелевских лауреатов – И.И. Мечникова, Н.Н. Семенова, И.М. Франка, А.М. Прохорова, Л.Д. Ландау, Л.В. Канторовича, П.Л. Капицы, Ж.И. Алфёрова.

После возвращения Москве статуса столицы центральные учреждения Академии наук и ряд ведущих институтов в 1934 г. переехали на новое место. Однако глубокие исторические традиции, инерционность (в хорошем смысле) научно-образовательных процессов и «высокоинтеллектуальная атмосфера» самого города позволили сохранить за Ленинградом-Санкт-Петербургом роль ведущего научного центра страны. При активном участии ученых города продолжалось активное развитие таких «классических наук» как математика, физика, механика, биология и т. д. В то же время бурное развитие в двадцатом столетии научно-технической революции и ее достижения привели к формированию ряда новых научных направлений фундаментального и прикладного характера, особенно в области естественных и технических наук. Среди них особое место занимают *кибернетика* и *информатика* – тесно связанные между собой междисциплинарные научные направления, ока-

¹ Алфёров Ж.И., Тропп Э.А. Санкт-Петербургский научный центр – историческое ядро Российской академии наук. Материалы Международной конференции «Петербургская академия наук в истории академий мира». Том I. СПб., 1999.

завшие революционное влияние на развитие системно-управленческого мышления и технологической базы современной экономики и производства.

К. Бейтсон в своей книге «Экология разума» выделяет два важнейших события XX века, которые, по его мнению, изменили мир: версальский мирный договор как прецедент международного политического вероломства и становление кибернетики.² Представляется, что эта диада может быть дополнена третьей составляющей – информатикой и информационными (информационно-коммуникационными) технологиями. Последние явились катализатором развития всех областей человеческой деятельности и даже привели к формированию новой формации в истории человечества – информационного общества.

Начало становления *кибернетики* как науки об общих законах управления и связи в сложных системах различной природы связывают с изданием в 1948 г. книги Н. Винера «Кибернетика или управление и связь в животном и машине». Кибернетика в определенной мере обобщает принципы и методы теории автоматического управления и регулирования, развитые ещё в предкибернетический период. Как отметил известный специалист в области теории автоматического управления академик А.А. Красовский, «главное в кибернетике – теория управления».³

Информатика как наука о методах и средствах сбора, хранения, обработки, представления и передачи информации начала формироваться в середине 60-х гг. прошлого столетия. На становление информатики существенное влияние оказывала и продолжает оказывать до сих пор кибернетика. Это связано с тем, что, во-первых, информатика развивалась в значительной мере в недрах кибернетики фактически на единой технической базе – вычислительной технике и средствах связи и передачи данных, во-вторых, кибернетика, являясь наукой об общих законах и закономерностях управления и связи, объективно была вынуждена заниматься вопросами использования информации в интересах управления. Информационный фактор пронизывал многие определения кибернетики.⁴ В свое время даже были предложения рассматривать информатику как кибернетику на современном этапе.

Нам представляется, что кибернетика и информатика могут и должны рассматриваться как вполне самостоятельные, относительно молодые научные направления, имеющие свои понятийные аппараты, теоретико-методологические основы, задачи, объекты и предметы исследования.⁵ Возможно, что для их развития пока характерен режим «сиамских близнецов», проявляющийся, в частности, в том, что ряд научных дисциплин (например, шенноновская теория информации, теория искусственного интеллекта, теория моделирования, теоретические основы вычислительной техники) разными авторами и разными университетскими учебными программами причисляются то к кибернетике, то к информатике. В значительной мере это определяется двумя обстоятельствами: во-первых, молодостью рассматриваемых наук, которые ещё переживают период формирования и становления; во-вторых, прева-

² Бейтсон К. Экология разума. М.: Смысл, 2000.

³ Красовский А.А. Исторический очерк развития и состояния теории управления. В кн. «Современная прикладная теория управления». Часть 1 / Под ред. А.А. Колесникова. Таганрог: Изд-во ТРГУ, 2004.

⁴ Юсупов Р.М. О становлении и перспективах развития информатики // Труды IX Международной конференции «Проблемы управления в сложных системах», 22–28 июня 2007. Самара: Самарский НЦ РАН, 2007.

⁵ Юсупов Р.М., Соколов Б.В. Проблемы развития кибернетики и информатики на современном этапе // Сб. «Кибернетика и информатика». СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006.

лированием субъективных интересов отдельных научных школ или научных авторитетов при определении границ того или иного научного направления.

Можно согласиться с мнением, что обоснование структуры той или иной науки должно базироваться на определенном науковедческом принципе или, по крайней мере, на здравом смысле. Так, к информатике и к другим наукам (включая кибернетику), где рассматриваются информация и методы и средства работы с ней, можно использовать, как нам представляется, следующий подход.

В информатике в основном изучаются теория информационных процессов и методы и средства оперирования с информацией в общем случае, безотносительно к областям применения и использования информации. Вопросы использования и применения информации изучаются уже в других научных дисциплинах. В частности, проблемы использования информации для управления объектами различной природы изучаются в кибернетике и теории управления. Изучение и использование информации о состоянии здоровья человека рассматриваются в медицине, информационные процессы в обучении исследуются в педагогике и т. д. Изложенный подход может позволить более или менее обоснованно и конкретно очертить границы информатики и кибернетики.

Кибернетике и информатике немногим более 50 лет. Становление этих наук в стране проходило далеко не в идеальных условиях. Достаточно вспомнить нападки на кибернетику в 50-х гг. прошлого столетия, навешивание на неё ярлыка реакционного учения, «псевдонауки, выполняющей роль верной служанки империалистической реакции». На судьбу отечественной информатики заметное негативное влияние оказала принятая в середине 60-х гг. руководством страны стратегия копирования зарубежных, в основном американских, разработок в области компьютеростроения (в частности, систем и машин «IBM-360»).

У истоков кибернетики и информатики в стране стояли А.И. Берг, Б.Н. Петров, Е.П. Велихов, А.А. Воронов, Е.П. Попов, В.М. Глушков, С.А. Лебедев, А.А. Дородницын, Л.В. Канторович, А.П. Ершов, А.Н. Колмогоров, А.А. Ляпунов, Г.С. Поспелов, В.И. Сифоров, С.В. Яблонский, С.С. Лавров, В.А. Трапезников, Я.З. Цыпкин, Б.Н. Наумов, Д.А. Поспелов, О.М. Белоцерковский, А.А. Красовский, В.С. Михалевич и многие другие.

Многих из этих специалистов уже нет с нами. Вместе с ними уходит история становления феноменов XX в. – кибернетики и информатики, уходит опыт и соответствующие неформализуемые (скрытые) знания. Более того, из-за негативных социальных, экономических и политических процессов, которые имели место в стране в 90-х гг. после распада СССР, существенно снизился интерес к науке и произошёл серьезный отток кадров из научно-образовательной сферы. В определенной степени нарушилась преемственность (непрерывность) в науке, в том числе в кибернетике и информатике. Число желающих принять эстафету знаний, в том числе знаний исторического характера, серьезно сократилось.

В этих условиях особую значимость приобретает проблема сохранения исторической памяти, своевременного обобщения и издания материалов об истории развития кибернетики и информатики в России и отдельных её регионах. Такие материалы необходимы для науковедческого и философского осмысления процесса становления этих наук, обоснования коррекции или выбора направлений дальнейших исследований, оптимизации деятельности отдельных научных школ и коллективов, пропаганды научных знаний в области кибернетики и информатики, организации учебного процесса и подготовки специалистов в образовательных учреждениях и т. д.

К настоящему времени отечественных работ исторического и науковедческого характера по кибернетике и информатике издано немного. Известны обзоры профессора А.В. Храмого по истории развития в стране теории автоматического управления до середины XX столетия.⁶ В 2000 г. опубликована точка зрения академика А.А. Красовского на историю развития и состояние теории управления.⁷ Достаточно объемный исторический обзор развития отечественной информатики дан в работах В.Н. Захарова, Р.И. Половченко, Д.А. Поспелова, Я.И. Фета.⁸ Заметим, что эти авторы исходили из тезиса профессора Д.А. Поспелова: «Совокупность научных направлений, называемых теперь информатикой, именовалась по-разному. Сначала объединяющим названием был термин «кибернетика», затем на роль общего названия той же области исследований стала претендовать «прикладная математика»... Поэтому, говоря об истории информатики в бывшем СССР и теперешней России, по сути, надо излагать историю отечественной кибернетики и частично прикладной математики и вычислительной техники».⁹

Общие сведения о развитии информатики и информационных технологий в мире приведены в работе В.И. Левина.¹⁰ В 2007 г. вышло в свет вузовское учебное пособие¹¹, в котором впервые предпринята попытка осуществить анализ истории информатики и системный анализ философии информационной реальности. На его страницах рассмотрены состояние и основные направления развития информатики, формирование представлений о предмете информатики и ее месте в системе научного знания, основные информационные революции.

Определённые исторические факты и события, связанные с развитием кибернетики и информатики, с отдельными организациями, коллективами и личностями и их ролью в становлении этих научных направлений можно почерпнуть также из воспоминаний и мемуарной литературы.¹² К сожалению, в указанных и других источниках роль Санкт-Петербурга в становлении и развитии кибернетики и информатики, по нашему мнению, отражена недостаточно полно.

Основная задача настоящего издания – исправить сложившуюся историческую несправедливость, восполнить указанный выше пробел и по возможности максимально полно осветить вклад организаций, научных школ, учёных и специалистов города в развитие кибернетики и информатики. Подчеркнем, именно в Санкт-Петербурге сформировались основы отечественной теории управления и кибернетики, зародились многие теоретические и прикладные направления информатики, проектировались и создавались информационные и управляющие системы различного применения.

⁶ Храмой А.В. Очерк развития автоматического регулирования в СССР // Основы автоматического регулирования / Под ред. В.В. Солодовникова. М.: Матгиз, 1954.

⁷ Красовский А.А. Указ. соч.

⁸ Очерки истории информатики в России / Редакторы-сост. Д.А. Поспелов, Я.И. Фет. Новосибирск: Научно-издательский центр ОИ ГТМ СО РАН, 1998. История информатики в России. Ученые и их школы / Составители В.Н. Захаров, Р.И. Половченко, Я.И. Фет. М.: Наука, 2003.

⁹ Очерки истории информатики в России / Редакторы-сост. Д.А. Поспелов, Я.И. Фет. Новосибирск: Научно-издательский центр ОИ ГТМ СО РАН, 1998.

¹⁰ Левин В.И. История информационных технологий. М.: Бином, 2007.

¹¹ История информатики и философия информационной реальности: Учебное пособие для вузов / Под ред. чл.-корр. РАН Р.М. Юсупова, проф. В.П. Котенко. М.: Академический проект, 2007.

¹² Попов Е.П. Воспоминания. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996. Яковлев В.Б. Мои воспоминания ... СПб.: СПбЭТУ «ЛЭТИ», 2005. Владимир Иванович Зубов в воспоминаниях современников. СПб.: НИИ химии СПбГУ, 2002. Из истории кибернетики / Редактор-сост. Я.И. Фет. Новосибирск: Гео, 2006.

С Санкт-Петербургом связаны также имена таких классиков мировой науки и техники как А.М. Ампер, Ч. Беббидж, Х.Г. Кратцентштейн, которые стояли у истоков кибернетики и информатики.

А.М. Ампер (1775–1836 гг.), французский физик и математик, впервые (после древних греков) употребил в 1834 г. в разработанной им классификации наук термин «кибернетика» применительно к несуществующей еще в то время науке об управлении человеческим обществом. В 1830 г. он был избран иностранным почетным членом Императорской академии наук в Санкт-Петербурге.

Чарльз Беббидж (1791–1871 гг.), английский математик, занимает особое место в истории информатики. Он разработал фактически первую универсальную «аналитическую» вычислительную машину, на столетие опередив А. Атанасова, Дж. фон Неймана и других создателей современных ЭВМ. В 1832 г. Ч. Беббидж был избран иностранным членом Императорской Санкт-Петербургской академии наук.

Х.Г. Кратцентштейн (1723–1795 гг.), известный датский физик, механик и медик, впервые в мире построил механическую машину, моделирующую работу речевого тракта.¹³ С 1748 г. по 1753 г. он работал в Санкт-Петербурге, после избрания в 1748 г. действительным членом Императорской Санкт-Петербургской академии наук.

Когда возникла идея подготовки и издания истории информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде), для участия в этом проекте были приглашены практически все профильные ведущие организации города – университеты, научно-исследовательские и проектные организации, внесшие, по мнению инициаторов проекта, соответствующий вклад в развитие теории и практики управления, кибернетики и информатики. По различным обстоятельствам материалы составителям очерков поступали и продолжают поступать несколько неравномерно и неупорядоченно. Поэтому было принято решение формировать очерки в виде отдельных выпусков по мере накопления информации с периодичностью не реже одного выпуска в год.

Отдельные статьи каждого выпуска будут распределяться по трем разделам:

- общие сведения о развитии кибернетики, информатики и их отдельных направлений в Санкт-Петербурге;
- информация о работе отдельных организаций (университетов, научно-исследовательских институтов, проектных и других учреждений) или научных коллективов города;
- сведения о деятельности выдающихся ученых, так или иначе связанных с нашим городом, и их научных школах.

Отметим также, что составители очерков особо не стремились ограничивать структуру и объем материалов определенными формальными рамками. Каждый автор имел возможность в достаточно произвольной форме излагать и комментировать те или иные реальные факты и события в научной жизни города.

Глубокую благодарность составители выражают Р.И. Беловой, проделавшей большую работу по подготовке электронной версии рукописи первого выпуска.

Особую признательность выражаем академику РАН В.Г. Пешехонову, а также Р.Н. Беркутову и Н.Е. Бахваловой, благодаря поддержке которых осуществлено это издание.

Р.М. Юсупов, член-корреспондент РАН

¹³ Шилов В.В. Хроника вычислительных и информационных технологий. Люди. События. Идеи // Приложение к журналу «Информационные технологии». 2006. №5.

*«Полнее сознавая прошедшее, мы уясняем современное;
глубже опускаясь в смысл былого, раскрываем смысл будущего;
глядя назад, шагаем вперед»*

А.И. Герцен

Ч А С Т Ь I

О РАЗВИТИИ КИБЕРНЕТИКИ И ИНФОРМАТИКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

**О вкладе петербургских ученых в формирование и развитие
теории автоматического управления**

**Развитие информатики и информационных технологий
в Санкт-Петербурге (Ленинграде)**

50 лет Секции кибернетики Санкт-Петербургского Дома ученых

**Школьной информатике в Ленинграде (Санкт-Петербурге) –
четверть века**

О ВКЛАДЕ ПЕТЕРБУРГСКИХ УЧЕНЫХ В ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

В 1948 г. за рубежом вышла в свет знаменитая книга американского математика профессора Норберта Винера «Кибернетика или управление и связь в животном и машине». Советские идеологи восприняли кибернетику как некую новую псевдонауку, конкурирующую с марксизмом, а поэтому обозвали её реакционным учением, покушающимся на марксизм. Тем не менее жизнь брала своё, в 1958 г. книга Винера была переведена на русский язык и издана в нашей стране. Появление кибернетики ещё больше способствовало развитию математических методов не только в технических науках, но и в биологии, экономике, медицине, социологии и других областях.

Задолго до появления кибернетики в тридцатые годы термин «Автоматика» был таким же новым и модным, как в своё время «Кибернетика», а сейчас «Информатика». Сначала автоматикой называлась совокупность устройств или приборов, обеспечивающих функционирование технических средств или оборудования без непосредственного участия человека, то есть обеспечивающих самодействие. Позднее под автоматикой стали понимать прикладную техническую науку – теорию автоматического регулирования, посвященную описанию принципов построения и функционирования автоматических устройств с обратной связью. Таким образом, автоматика как некоторая реальность появилась в довоенные годы и стала быстро и широко распространяться.

Ей предшествовала предыстория теории автоматического регулирования в виде отдельных разрозненных трудов по математике и механике. Наиболее значительные вехи в этой предыстории в России связаны с именами ученых, работавших в Петербурге с начала восемнадцатого века. С 1819 по 1846 г. кафедру чистой и прикладной математики в Петербургском университете возглавлял первый декан физико-математического факультета, академик (1828) Дмитрий Семенович Чижев. Вначале он читал лекции по математике и механике, в дальнейшем ограничился, в основном, чтением курса механики. Именно в области механики находились его научные интересы. Он изучал движение машин, механику двигателей, динамику силы человека и животных. В 1823 г. им была опубликована монография «Записки о приложении начал механики к исчислению действия некоторых из машин, наиболее употребительных». Монография Д.С. Чижева стала первым пособием на русском языке для изучения прикладной механики.

С 1847 г. курс аналитической механики, гидростатики и гидродинамики стал читать представитель Петербургской математической школы, академик (1862) Осип (Иосиф) Иванович Сомов, возглавивший кафедру прикладной математики в 1857 г. Он разработал оригинальный курс «Рациональная механика» – первый полный трактат по механике, написанный в векторном изложении. Независимо от Вейерштрасса и почти

одновременно с ним – и вопреки утверждениям Даламбера и Лагранжа – О.И. Сомов доказал, что наличие кратных частот не приводит к появлению неограниченно возрастающих решений уравнений малых колебаний.

Курс практической механики с 1847 по 1851 г. читал гениальный математик и механик, глава Петербургской математической школы, академик (1856) Пафнутий Львович Чебышев. П.Л. Чебышев получил фундаментальные результаты в теории вероятностей, позволяющие считать его основателем этой дисциплины как раздела математики. В области механики ему принадлежит большое число работ по анализу и синтезу механизмов (параллелограммы, прямая, направляющие механизмы). Работы П.Л. Чебышева в этой области явились основой для решения им задачи о наилучшем представлении заданной функции при помощи элементарных функций, например, полиномов. Многие новые механизмы были изобретены и изготовлены самим П.Л. Чебышевым и сохранились до настоящего времени в Музее истории университета и Политехническом музее в Москве. Модель паровой машины с регулятором П.Л. Чебышева демонстрировалась на Московской политехнической выставке (1872 г.) и на Всемирных выставках (1873, 1876). Арифмометр П.Л. Чебышева был прототипом автоматических, т. е. наиболее совершенных из выполненных на механической основе клавишных вычислительных машин.

Преемником О.И. Сомова по кафедре механики стал Дмитрий Константинович Бобылев. Он заведовал кафедрой почти сорок лет с 1878 по 1916 г. Его научные работы по механике были посвящены проблемам гидродинамики, аналитической механики, теории упругости. В задаче о вращении твердого тела вокруг неподвижной точки он отыскал важный частный интеграл (случай Бобылева–Стеклова). В 1881–1883 гг. он опубликовал «Курс аналитической механики» – первый большой систематический курс механики на русском языке. Д.К. Бобылев подготовил несколько поколений выдающихся ученых, среди которых были А.М. Ляпунов, И.В. Мещерский и др.

В 1880 г. на кафедре механики начал свой путь в науке Александр Михайлович Ляпунов. Здесь он подготовил магистерскую диссертацию «Об устойчивости эллипсоидальных форм равновесия вращающейся жидкости», посвященную важной и трудной задаче выяснения формы небесных тел. В 1892 г. после защиты докторской диссертации на тему «Общая задача об устойчивости движения» А.М. Ляпунов был утвержден профессором, а в 1901 г. избран в академики. С этого времени он переехал в Санкт – Петербург и всецело посвятил себя научной работе. А.М. Ляпунов параллельно с А. Пуанкаре создал современную теорию устойчивости движения и заложил основы качественной теории дифференциальных уравнений.

Иван Всеволодович Мещерский после окончания университета в 1882 г. был оставлен при кафедре для подготовки к профессорскому званию и чтения лекций по интегрированию уравнений механики. В 1897 г. он защитил магистерскую диссертацию «Динамика точки переменной массы». Развитие идей этой работы позволило И.В. Мещерскому создать новую ветвь механики – «Динамику тел переменной массы». Впоследствии его исследования сыграли определяющую роль в динамике реактивного движения и принесли ему всемирную известность. И.В. Мещерский возглавлял коллектив авторов замечательного задачника по теоретической механике, который переиздавался более 30 раз, и в настоящее время является основным для студентов технических ВУЗов и университетов.

Первый учебный курс «Теория регуляторов прямого действия» был опубликован в 1838 г. Д.С. Чижевским, профессором математики Петербургского университета. В 1846 г. Н.Ф. Ястржемским в курсе лекций по теоретической механике в Петербургском институте путей сообщения впервые в Европе было представлено теоретическое обоснование принципов расчета и выбора регуляторов непрямого действия. Завершение разработки теории регуляторов прямого действия связано с работой профессора

Петербургского технологического института И.А. Вышнеградского «О регуляторах прямого действия» (1876), основной заслугой которого явилось первое в мире исследование регулятора и объекта регулирования как единой динамической системы.

В СССР научные и педагогические школы в области автоматики и управления ранее всего сформировались в Москве и Ленинграде на кафедрах гражданских и военных высших учебных заведений. В 30-х гг. такие школы уже были созданы в Ленинграде в электротехническом и политехническом институтах. В послевоенные годы в связи с увеличением потребности в специалистах по автоматическим системам управления в промышленности и армии они сформировались в Ленинградской военно-воздушной инженерной академии, Ленинградском институте точной механики и оптики, Ленинградском военно-механическом институте, Ленинградском институте авиационного приборостроения, Ленинградском институте железнодорожного транспорта. Мощная школа математиков в области теории управления образовалась в Ленинградском государственном университете.

К началу XX в. теория регулирования начинает выходить за рамки прикладной механики. Автоматика постепенно проникает во все отрасли техники. Становится ясным, что разнообразные по физической природе и конструктивной форме системы базируются на общих принципах и законах. Эта мысль особенно четко формулируется в работах профессора Ленинградского политехнического института И.Н. Вознесенского – основателя одной из крупных научных школ в области теории автоматического регулирования, впоследствии члена-корреспондента АН СССР, основоположника теории автономного управления многосвязными системами. В 1935 г. в Ленинграде на совещании по вопросам теории и расчета регуляторов паровых турбин им был поднят вопрос о недостаточности классических критериев устойчивости для инженеров – практиков.

Специальность «Автоматика и телемеханика» появилась в 1935 г., то есть почти одновременно с организацией в это же время академиком В.С. Кулебакиным Института автоматики и телемеханики (ИАТ) при Академии наук СССР и академического журнала с таким же названием. Специальность должна была обеспечить подготовку инженеров для новых отраслей промышленности, создаваемых в стране в связи с бурным развитием оборонной техники, точного приборостроения, средств автоматизации и телеуправления. В 1935 г. это была первая и единственная специальность в области автоматизации и управления. Подготовка инженеров по автоматике и телемеханике в нашей стране началась в начале 30-х гг. в трех вузах: Ленинградском политехническом институте (ЛПИ), Ленинградском электротехническом институте (ЛЭТИ) и Московском энергетическом институте (МЭИ).

Трудности организации новой специальности состояли в том, что первоначально область её приложения еще не была ясна. Предварительного опыта в подготовке кадров по этой новой специальности не было ни в нашей стране, ни за границей. В то же время необходимость новой специальности в области автоматизации и телемеханики была уже осознана, но, каким образом она должна была осуществляться и каким требованиям она должна отвечать, оставались неясными. Первоначально существовало мнение, что автоматизация может быть осуществлена любым инженером. Однако постепенно широким техническим кругам стало ясно, что автоматизация и телемеханизация требуют общих специальных знаний, не зависящих от прикладной области, где они применяются. Для подготовки инженеров по новой специальности нужно было разработать совершенно новые, не существовавшие ранее дисциплины.

В октябре 1933 г. в ЛПИ была образована кафедра «Автоматизация и телемеханизация энергетических установок и промышленных предприятий». Её основателем и заведующим был профессор Борис Иосифович Доманский, выпускник этого института 1914 г. по специальности «Электрические машины». В 1935 г. было создано сове-

щение по разработке учебных планов и программ высших технических учебных заведений. Секцию по автоматике и телемеханике возглавил профессор Б.И. Доманский. Под его руководством был разработан первый учебный план подготовки инженеров по этой специальности, в котором был определен перечень основных дисциплин, обеспечивающих подготовку инженеров по автоматике и телемеханике.

В 1938 г. Б.И. Доманский опубликовал монографию «Автоматическое управление электрическими установками и системами». Это была одна из первых книг по автоматическому управлению не только в нашей стране, но и за рубежом. Многие крупные учёные в области автоматике и вычислительной техники были выпускниками и преподавателями кафедры автоматике и вычислительной техники ЛПИ. Выдающимися представителями этой научной школы стали академик АН СССР Авенир Аркадьевич Воронов и член-корреспондент АН СССР Борис Степанович Сотсков, заслуженные деятели науки и техники РСФСР профессора Д.В. Васильев, Е.И. Юревич, М.Б. Игнатъев, В.Д. Ефремов, В.Г. Колосов, В.Н. Козлов, А.А. Денисов, А.А. Ерофеев, В.Ф. Мелехин и др., сами создавшие самостоятельные научные коллективы.

Кафедра автоматике и телемеханики в ЛЭТИ была организована в 1935 г. по инициативе профессора Владимира Андреевича Тимофеева – одного из основоположников отечественной технической диагностики на базе существовавшей к тому времени кафедры телемеханики. Структура кафедры по составу учебных лабораторий (автоматического регулирования и управления, телемеханики, электронных устройств, электромагнитных элементов) стала типовой для большинства создаваемых в более позднее время кафедр по этой специальности в других вузах страны. Она сохранялась многие годы и в ЛЭТИ, вплоть до конца 60-х гг. Заслуга В.А. Тимофеева состоит не только в этом, но также и в формировании замечательного преподавательского коллектива. В довоенные годы среди сотрудников кафедры были такие специалисты, как Б.И. Доманский, В.Б. Ушаков, А.В. Фремке, М.Л. Цуккерман, Е.А. Танский и др. Впоследствии В.Б. Ушаков стал одним из первых в стране разработчиков аналоговых вычислительных машин и специалистов по моделированию. А.В. Фремке стал крупнейшим учёным по информационно-измерительной технике.

М.Л. Цуккерман в 1945 г. организовал в ЛИТМО кафедру автоматике и телемеханики, которую возглавлял до 1959 г. В 1942 г. профессор В.А. Тимофеев был репрессирован. Будучи в заключении ещё в 1948–1949 гг. в знаменитой «морфинской шарашке», описанной А.И. Солженицыным в «Круге первом», профессор В.А. Тимофеев начал работать над выявлением скрытых периодических процессов в работе промышленного оборудования. Уже после своей реабилитации в книге «Теория и практика анализа результатов наблюдений над техническими объектами, работающими в эксплуатационных условиях» он описал полученные результаты. Учениками В.А. Тимофеева были И.А. Рябинин, О.Н. Тихонов, В.М. Кейн, У.М. Агур, А.Р. Гайдук и другие, ставшие видными специалистами в области управления, профессорами, докторами наук.

В 1942 г. кафедру автоматике и телемеханики ЛЭТИ возглавил Александр Васильевич Фатеев, выпускник ЛЭТИ 1920 г. Как ученый он являлся представителем замечательной отечественной школы в области электропривода и был ближайшим учеником создателя этой школы – профессора С.А. Ринкевича. В 1954 г. А.В. Фатеев опубликовал свою знаменитую книгу «Основы линейной теории автоматического регулирования». В то время книг по теории автоматического регулирования в нашей стране и за границей было ещё совсем немного. Из отечественных это были книги А.А. Воронова «Элементы теории систем автоматического регулирования» (1953), Е.П. Попова «Динамика систем автоматического регулирования» (1954) и «Основы автоматического регулирования» под редакцией В.В. Солодовникова (1954). В том же 1954 г. в Германии профессор Винфред Оппельт опубликовал свою книгу, которую назвал «Маленькая книга по техническим процессам регулирования».

В 40-е и 50-е гг. происходило формирование теории автоматического регулирования в самостоятельную научную дисциплину. Для создаваемой теории была характерна интеграция методов механики, электротехники, электропривода, теории колебаний и связи, динамики машин и подвижных объектов. Уже на ранних этапах теории регулирования её отличительной чертой и преимуществом было то, что она использовала структурные представления при описании и исследовании поведения автоматических систем и формировала у инженера системное мышление, что много позже привело к созданию самостоятельного научного направления «Системный анализ». Дисциплина «Теория автоматического регулирования» постепенно становилась научной основой специальности. В журнале «Автоматика и телемеханика» систематически публиковались статьи по её основным разделам. В то время большую часть объема журнала занимали статьи, посвящённые элементной базе, математическим моделям объектов регулирования, конкретным системам автоматического регулирования. Содержание журнальных статей было доступным для инженеров и широко использовалось ими в своей практике.

В те годы в теории автоматического регулирования наиболее популярными были частотные методы расчёта с использованием структурных представлений систем в виде соединений элементарных звеньев однонаправленного действия, передаточные и переходные функции, логарифмические и амплитудно-фазовые частотные характеристики. Видную роль в пропаганде и развитии теории автоматического регулирования сыграли ленинградские профессора А.А. Воронов, Е.П. Попов и А.В. Фатеев. Их книги по теории автоматического регулирования были переведены и изданы в Германии, Англии и США.

Книга А.А. Воронова «Элементы теории автоматического регулирования» (первое издание вышло в свет в 1953 г., второе – в 1954 г.) по существу была первым отечественным учебником по теории автоматического управления. По структуре и содержанию она стала типовой и повторялась впоследствии у многих авторов. Авенир Аркадьевич Воронов в 50-е гг. возглавлял Ленинградский филиал института автоматки и телемеханики АН СССР. В 60-х гг. он работал заместителем директора Института проблем управления в Москве, в 1971 г. возглавил вновь созданный во Владивостоке Институт автоматки и проблем управления Дальневосточного отделения АН СССР будучи уже общепризнанным авторитетом в теории управления, автором нескольких монографий. Далее А.А. Воронов продолжил свои исследования в области теории устойчивости, результатом которых стали монографии «Устойчивость, управляемость, наблюдаемость» (1979) и «Введение в динамику сложных управляемых систем» (1985). Пожалуй, это одни из лучших книг по теории управления не только в нашей стране, но и за рубежом. Автору этих работ удалось показать все многообразие задач теории управления, дать анализ последних достижений в этой области и предложить свои оригинальные методы и подходы. В 1988 г. академику А.А. Воронову была присуждена Ленинская премия за цикл работ по теории управления.

Значительная часть книги Е.П. Попова, в отличие от существовавшей литературы того времени по теории автоматического регулирования, была посвящена нелинейным системам. Впервые из монографии советского учёного многие специалисты на Западе узнали об исследовании нелинейных автоматических систем управления методом гармонической линеаризации, о методах Ляпунова, о методе точечного преобразования Андропова, о методе Михайлова и так называемых Д-разбиениях.

Книга А.В. Фатеева имела гриф учебного пособия Министерства высшего образования СССР, она сыграла важную роль в создании и развитии отечественной школы подготовки специалистов в области теории управления. По этой книге училось не одно поколение студентов и инженеров как в нашей стране, так и за рубежом. В начале 50-х гг. профессор А.В. Фатеев стал очень авторитетной фигурой среди специалистов

по управлению. Он был связан и со многими издательствами технической и научной литературы. Под его редакцией вышли в русском переводе хорошо известная всем специалистам книга американцев Г. Честната и Р.В. Майера «Проектирование и расчет следящих систем и систем регулирования» (1959), а также популярная в то время монография В.Р. Арендта и К.Д. Севента «Практика следящих систем» (1962). Г. Честнат, когда он позднее приезжал в СССР, бывал в гостях у Александра Васильевича в ЛЭТИ на его кафедре. Среди учеников А.В. Фатеева, выпускников кафедры первых послевоенных лет, были такие известные специалисты в области автоматизации и управления как профессора А.А. Вавилов, В.А. Олейников, В.И. Анисимов, С.М. Федоров, В.К. Захаров, Б.В. Шамрай и другие.

Профессор Д.В. Васильев стал основателем и руководителем научной школы ЛЭТИ в области моделирования и управления летательными аппаратами. В 1947 г. он организовал первую в стране кафедру по специальности «Синхронно-следящие системы», которая в 1960 г. была переименована в кафедру «Системы автоматического управления». С самого начала специальность и кафедра были ориентированы на подготовку инженеров по системам управления летательными аппаратами. Д.В. Васильев ещё до войны в 1935 г. опубликовал монографию «Электрические машины в схеме синхронной связи», а в 1952 г. – учебное пособие «Синхронно-следящие системы», которые были в числе первых книг по этой тематике. Под редакцией Д.В. Васильева и А.В. Фатеева в 1961 г. вышла в свет монография «Проектирование и расчёт следящих систем и систем управления», авторами которой были не только преподаватели ЛЭТИ, но и сотрудники ЦНИИ «Гранит».

Важную роль в организации и подготовке инженеров по автоматизации и управлению в ЛЭТИ играла и кафедра электрификации и автоматизации промышленности, в прошлом первая в стране кафедра электропривода, которую организовал и возглавлял многие годы профессор С.А. Ринкевич – основоположник отечественной школы электропривода. В 1922 г. в ЛЭТИ им создается кафедра «Электрическое распределение механической энергии», которая позднее была переименована в кафедру электропривода. Профессор С.А. Ринкевич, автор капитального труда, изданного с тем же названием в 1925 г., в котором содержатся все основные элементы теории электропривода. Учениками С.А. Ринкевича стали известные ученые в области автоматизации и систем управления профессора А.В. Фатеев, Г.В. Одинцов А.В. Берендеев, Б.И. Норневский.

Преемником С.А. Ринкевича на кафедре электропривода в 1955 г. стал Артем Васильевич Башарин, который руководил кафедрой почти тридцать лет. А.В. Башарин в 1956 г. опубликовал монографию «Графический метод расчета переходных процессов в системах автоматизированного электропривода». Предложенный метод позволял определять процессы в нелинейных системах на основе метода Эйлера. Позднее в монографии «Расчёт нелинейных систем автоматического управления» (1960) он разработал и метод синтеза нелинейных корректирующих устройств. В 50-е гг. кафедра электропривода под руководством доцента А.В. Башарина постепенно преобразовалась в кафедру электрификации и автоматизации промышленности. Тогда же начала функционировать и вновь созданная профессором Борисом Ивановичем Норневским кафедра электрооборудования судов, которая готовила специалистов по судовой электротехнике и автоматике.

Б.И. Норневский ещё в довоенные годы был известным специалистом в области судовой автоматизации, под его руководством в институте в 50-е гг. проводились работы по Постановлению Правительства, связанные с автоматизацией электроэнергетических установок на атомных ледоколах. В соавторстве с профессором Д.В. Васильевым и доцентом В.А. Михайловым Б.И. Норневский написал учебник «Судовые автоматизированные установки» (1961) и учебное пособие «Автоматизация судовых установок» (1965). Обе книги были изданы с грифом Минвуза СССР и стали первыми в стране учеб-

никами по этой дисциплине. После Б.И. Норневского кафедрой электрооборудования и автоматизации судов руководил профессор А.В. Мозгалевский. В 1966 г. в ЛЭТИ по инициативе профессора Бориса Ивановича Норневского организован новый факультет – факультет корабельной электротехники и автоматики (ФКЭА). Б.И. Норневский подготовил много учеников, ставших известными специалистами в области судовых систем автоматического управления. Среди них выпускники института, ставшие докторами наук и профессорами: Ю.А. Лукомский, О.С. Попов, В.М. Сендюров, О.В. Белый и другие.

В теории автоматического регулирования в конце 50-х годов одной из наиболее актуальных проблем считалась проблема синтеза систем регулирования по заданному критерию качества. Этому вопросу было посвящено много кандидатских и докторских работ, в которых в основном рассматривались только линейные модели систем. Среди инженеров наиболее популярными были частотные методы расчёта систем с помощью логарифмических частотных характеристик, разработанные в США Г. Честнатом и Р. Майером, а в СССР – В.В. Солодовниковым и А.В. Фатеевым. В 1958 г. в ЛЭТИ в совете по защитах диссертаций в области управления и вычислительной техники под председательством А.В. Фатеева защищал докторскую диссертацию Виктор Антонович Бесекерский. В то время он заведовал кафедрой «Синхронно-следающие системы и гидроприводы» в Военно-механическом институте и по совместительству работал в НИИ «Электроприбор» – ведущей организации по разработке автоматических систем в судостроении. В.А. Бесекерским был создан метод синтеза следящих систем по показателю колебательности с помощью логарифмических амплитудно-частотных характеристик. Материалы диссертации были опубликованы в книге «Проектирование следящих систем малой мощности», которая стала очень популярной среди инженеров-проектировщиков систем автоматического управления в различных отраслевых научно-исследовательских организациях.

После защиты В.А. Бесекерским докторской диссертации в 1960 г. его пригласил в Военно-воздушную академию имени А.Ф. Можайского Е.П. Попов, куда он перешёл вместе с С.М. Фёдоровым. В академии В.А. Бесекерский возглавил кафедру основ автоматики, которая выделилась из кафедры Е.П. Попова. После отъезда Е.П. Попова в Москву в 1964 г. В.А. Бесекерский продолжал работать в академии. В эти годы им была написана и в 1966 г. опубликована в издательстве «Наука» знаменитая монография «Теория систем автоматического регулирования», которая потом в течение десяти лет переиздавалась дважды. Эта книга стала одним из лучших учебников по теории автоматического регулирования.

В 50-е гг. интенсивно развивались различные беспилотные средства авиации, управление которыми стало наиболее важной областью приложения автоматики. В 1949 г. в Военно-воздушной академии имени А.Ф. Можайского впервые в военном вузе молодой доктор наук Е.П. Попов организует кафедру авиационной автоматики и телемеханики. Основным научным направлением кафедры становится теория и практика автоматического управления летательными аппаратами. Актуальной проблемой, которая волновала специалистов по управлению в те годы, считалась разработка методов анализа устойчивости и процессов в нелинейных системах управления. В эти годы особенно популярными были приближённые частотные методы. На Западе это метод описывающей функции Ольденбургера, а в нашей стране метод гармонического баланса Гольдфарба. В 1952 г. Е.П. Попов написал и напечатал в издательстве академии одну из первых в мире монографий – учебников по теории автоматического регулирования, которая в 1953 г. на Втором всесоюзном совещании по теории автоматического регулирования была представлена на выставке литературы. На базе этой книги в 1954 г. он опубликовал свою знаменитую монографию «Динамика систем автоматического регулирования». Помимо изложения линейной теории в ней рассмотрена ди-

намика систем, содержащих нелинейности: релейные характеристики разных видов, насыщение, гистерезис, сухое трение. Точные методы в этом случае работали только для систем не выше второго порядка, поэтому Е.П. Попов обратился к приближенным, в том числе к методу Н.М. Крылова и Н.Н. Боголюбова. В результате был разработан подход, названный им методом гармонической линеаризации.

В 1960 г. Е.П. Попова избирают членом-корреспондентом АН СССР по отделению «Механика и процессы управления». Позднее, в 60-е гг. вышла другая монография, написанная Е.П. Поповым совместно с его учеником И.П. Пальтовым, уже целиком посвящённая методам расчета нелинейных автоматических систем на основе эквивалентной гармонической линеаризации. Е.П. Попов первоначально разработал этот метод для определения симметричных одночастотных колебаний в системах с одной нелинейностью. В дальнейшем им и его учениками были разработаны методы, позволяющие анализировать колебательные процессы с сильным затуханием, скользящие режимы, определять области абсолютной устойчивости положения равновесия и области притяжения равновесия в фазовом пространстве; определять двухчастотные колебания, исследовать влияние высших гармоник на колебания с уточнением первого приближения, оценивать влияние вибрационных помех на устойчивость и качество процессов управления, исследовать системы с несколькими нелинейностями и логическими устройствами. Помимо И.П. Пальтова, учениками Е.П. Попова были будущие доктора наук профессора Д.А. Башкиров, Ю.М. Козлов, А.М. Половко, В.М. Пономарёв, Е.И. Хлыпало, Р.М. Юсупов, и многие другие. Впоследствии они сами стали крупными учёными в области автоматизации и управления. Особое внимание Е.П. Попов уделял вопросам применения нелинейных корректирующих устройств в системах автоматического управления. Наибольших результатов в этой области достиг Е.И. Хлыпало. Разработанные им алгоритмы «нелинейной динамической коррекции», по существу были аналогами систем с переменной структурой.

В значительной степени под влиянием этих научных работ формировался как учёный профессор А.А. Вавилов из ЛЭТИ. А.А. Вавилов в те годы работал над созданием частотных методов анализа и синтеза нелинейных систем автоматического управления. В монографиях, учебных пособиях и статьях А.А. Вавиловым изложены основополагающие результаты, полученные в процессе разработки и исследования частотных методов анализа, синтеза и оптимизации нелинейных автоматических систем управления. Им сформулированы условия применения метода эквивалентной гармонической линеаризации, базирующиеся на оценке чувствительности периодического решения к высшим гармоникам и малым параметрам, что позволило развить новый подход к более полному исследованию процессов в нелинейных системах. До А.А. Вавилова такими условиями были физические условия фильтра и резонанса. Однако целые классы систем, например, релейные системы с запаздыванием давали точное решение, не удовлетворяя этим условиям. А.А. Вавилов впервые показал, что в методе гармонического баланса особенно важны фазовые соотношения.

В стремлении обобщать и трансформировать многие чисто академические теоретические результаты, полученные учёными математиками, в методы, доступные для инженеров, А.А. Вавилов достиг большого успеха. Примером этого являются его работы по созданию частотных методов анализа и синтеза нелинейных систем на основе критерия абсолютной устойчивости. Ранее проблема абсолютной устойчивости была предметом внимания математиков и других исследователей, склонных к абстрактным теоретическим построениям. Последовательно теория абсолютной устойчивости распространялась на неоднозначные нелинейные характеристики, чистое запаздывание, соединение нескольких нелинейных элементов, на многосвязные нелинейные системы. Однако инженеры этой теорией в своей практике не пользовались. А.А. Вавилов разработал методы исследования абсолютной устойчивости процессов и положения равнове-

сия в нелинейных системах с помощью логарифмических частотных характеристик. Им были получены простые аналитические условия абсолютной устойчивости широкого класса систем с невозрастающими амплитудно-частотными характеристиками.

В 1970 г. А.А. Вавилов в монографиях «Частотные методы расчёта нелинейных систем» и «Метод гармонической линеаризации в проектировании нелинейных систем автоматического управления» опубликовал полученные им и изложенные ранее в других публикациях результаты разработки методов расчета нелинейных систем. Среди инженеров наиболее популярными были методы расчёта с помощью логарифмических частотных характеристик. До работ А.А. Вавилова эти методы применялись только при расчёте автоматических систем с линейными моделями. Заслуга А.А. Вавилова состоит в распространении инженерных частотных методов и на класс нелинейных систем. С появлением работ А.А. Вавилова инженерные методы анализа и синтеза нелинейных систем стали достоянием широкого круга проектировщиков благодаря их чрезвычайной простоте и наглядности. В 1976 г. А.А. Вавилова избирают членом-корреспондентом АН СССР по отделению «Механика и процессы управления».

Другой очень важной проблемой того времени была разработка теории и методов проектирования дискретных систем, интерес к которым был связан со всё более широким использованием цифровых систем автоматического управления. Именно в эти годы были опубликованы на западе статьи и книги Д. Рагаццини, Э. Джури, Ю. Ту по импульсным и цифровым автоматическим системам, а в СССР – статьи и книги Я.З. Цыпкина по теории релейных и импульсных систем. В этой литературе подробно рассматривались модели, частотные и временные методы анализа и синтеза дискретных систем управления. Многим специалистам казалось, что переход к дискретным управляющим устройствам открывает новые возможности в построении прецизионных и быстродействующих автоматических систем управления. С.М. Федоров и А.П. Литвинов распространили метод В.А. Бесекерского на синтез цифровых систем автоматического управления. В ЛЭТИ в эти годы А.А. Вавиловым и В.Б. Яковлевым был разработан метод расчета дискретных систем, основанный на замене малых постоянных времени эквивалентным запаздыванием, а также методы анализа и синтеза нелинейных импульсных систем с помощью логарифмических частотных характеристик на основе метода гармонического баланса и критерия абсолютной устойчивости.

Важной проблемой в конце 50-х годов в связи с расширением сферы автоматизации становятся проблемы идентификации и построения моделей объектов управления. На кафедре автоматизации и телемеханики в ЛЭТИ в 50-е гг. вопросами идентификации также занимались А.А. Вавилов и его ученики. В 1963 г. вышла в свет написанная А.А. Вавиловым и А.И. Солодовниковым одна из первых отечественных монографий на эту тему «Экспериментальное определение частотных характеристик автоматических систем». Цикл работ в этой области заложил основы теории построения аппаратуры для экспериментального исследования систем управления и нового научного направления на кафедре автоматизации научного эксперимента. Под непосредственным руководством А.А. Вавилова были разработаны и внедрены в промышленность инфранизкочастотные генераторы и анализаторы, используемые при исследованиях во многих проектных, конструкторских и исследовательских организациях страны.

Существенные результаты были получены А.А. Вавиловым в области разработки новых структур, алгоритмов управления и их реализации в автоматических системах. Исследование параметрической чувствительности дало ему возможность сформулировать общие условия инвариантности к воздействиям и параметрам, разработать методы структурного и параметрического синтеза инвариантных систем, принципы построения и алгоритмы регулируемых устройств и систем управления технологическими процессами. На основе этих работ под руководством А.А. Вавилова были созданы системы управления движением, системы управления процессами современной технологии,

многоканальные регулирующие устройства общепромышленного назначения, внедренные в серийное производство и запатентованные за рубежом. Работы А.А. Вавилова по созданию систем управления в станкостроении нашли свое отражение в монографиях «Силовые электромеханические системы копировально-фрезерных станков» и «Синтез позиционных систем программного управления».

В конце 70-х – начале 80-х гг. А.А. Вавиловым был выполнен комплекс фундаментальных исследований в области теорий систем и системного моделирования, в которых сформулированы принципы интеграции и декомпозиции ансамблей функционально-целевых причинно-следственных моделей сложных систем управления, развита концепция системного моделирования и разработаны основы машинной технологии эволюционного синтеза сложных систем управления. Эти исследования нашли свое отражение в монографиях и учебных пособиях «Машинные методы расчета систем автоматического управления», «Структурный и параметрический синтез сложных систем» (1979), «Машинный эксперимент, анализ и обработка данных в диалоговых системах имитации», «Машинные методы расчета систем управления», «Имитационное моделирование производственных систем».

Исключительно велика роль Александра Александровича в подготовке кадров высшей квалификации для вузов и научных учреждений страны. Под его руководством защитили кандидатские и докторские диссертации более 60 ученых, многие из которых стали известными в стране специалистами в области автоматического управления. В их числе доктора наук, профессора, заведующие кафедрами. Можно назвать имена А.И. Солодовникова, В.Б. Яковлева, Б.Я. Советова, Е.Ф. Волкова, Д.Х. Имаева, Б.Ф. Фомина, В.А. Терехова, В.Н. Фролова, А.П. Веревкина, А.А. Кадырова, В.А. Чертовского, С.Е. Душина, З. Ковальского и многих других.

Школа заведующего кафедрой механики профессора Ленинградского политехнического института Анатолия Исааковича Лурье (1901–1980) получила мировую известность благодаря исследованиям по анализу нелинейных динамических систем. А.И. Лурье разработал для динамических систем, представленных в пространстве состояний с одним нелинейно-входящим управлением и известными собственными числами матрицы линейной части, каноническую форму отображения. Построение функций Ляпунова в виде *«квадратичная форма плюс интеграл от нелинейности»*, предложенное в 1944 г. для частной задачи А.И. Лурье и В.Н. Постниковым, было обобщено в 1951 г. в классической книге А.И. Лурье «Некоторые нелинейные задачи теории автоматического регулирования», что позволило получить строго обоснованные критерии устойчивости нелинейных систем. Эта книга была по существу первой работой с описанием систем регулирования в пространстве состояний, а введенная автором работы каноническая форма – первым фундаментальным результатом по алгебраической теории линейных систем. В 1960 г. А.И. Лурье был избран членом-корреспондентом АН СССР по отделению «Механика и процессы управления».

Начиная с 50-х гг. учениками А.И. Лурье активно велись исследования по применению и развитию вероятностных методов в задачах управления и обработки информации. Безусловно, лидером был Анатолий Аркадьевич Первозванский, в то время уже крупный учёный в области теории нелинейных стохастических систем и управления технологическими и производственными процессами. Он является автором фундаментальных монографий в этой области: «Случайные процессы в нелинейных автоматических системах», «Математические модели в управлении производством». А.А. Первозванским и его коллегами были установлены и исследованы основные качественные эффекты, связанные с прохождением случайных возмущений через нелинейную систему: подавление автоколебаний, потеря устойчивости, стохастическая параметрическая неустойчивость, методы разделения движений в стохастических системах; синтез многомерных линейных систем, непараметрические методы оценивания

и оптимизации, мажоритарные алгоритмы обработки сигналов. На стыке проблем численной оптимизации и вероятностной теории лежат исследования учёных этой школы по адаптивным системам управления. Это работы по точности экстремальных регуляторов в системах со случайным дрейфом экстремума, по стохастической устойчивости непрерывных поисковых алгоритмов, по алгоритмам классификации.

Особое место среди работ школы А.И. Лурье занимали исследования профессора И.Б. Челпанова и его учеников, в которых была детально разработана проблема оптимальной обработки сигналов в навигационных системах. Ими решена задача оптимального комплексирования источников навигационной информации и созданы теоретические основы построения управляемых гироскопических систем. И.Б. Челпанов является автором известной монографии «Оптимальная обработка сигналов в навигационных системах», опубликованной в 1967 г. Вместе с Е.П. Гильбо в 1975 г. он опубликовал книгу «Обработка сигналов на основе упорядоченного выбора». Большой вклад в разработку теории и практики оптимального комплексирования источников навигационной информации внес профессор С.П. Дмитриев, который работал в НИИ «Электроприбор».

Ратмир Александрович Полуэктов в 70-е гг. являлся заместителем директора Агрофизического института и активно работал в области моделирования и управления в биологических системах. Им были разработаны модели экологических систем, получены критерии устойчивости равновесных состояний, созданы системные модели развития растений и продукционного процесса агроэкосистем. Под его редакцией в 1974 г. в издательстве «Наука» вышла одна из первых монографий, посвященная этим проблемам – «Динамическая теория биологических популяций».

Владимир Яковлевич Катковник был соавтором Р.А. Полуэктова по известной книге «Многомерные дискретные системы», в которой они очень ясно и компактно изложили вопрос о преобразовании переменных состояний. В.Я. Катковник в то время работал на кафедре автоматизации процессов в машиностроении и вместе с О.Ю. Кульчицким занимался адаптивным управлением в нелинейных стохастических системах. Они с большой любовью и уважением относились к А.А. Первозванскому и в знак этого называли его «Дедом», хотя с Полуэктовым и Катковником он был почти одного возраста.

В 60-е гг. в связи с успехами в области ракетной техники и управления в космосе особенно важной проблемой становится автоматизация моделирования. В ЛПИ этим направлением особенно активно занимается кафедра информационных и управляющих систем (ИУС). В прошлом это кафедра автоматического управления движением, организованная в 1949 г. профессором Г.Н. Никольским. В 1952 г. заведующим кафедрой стал профессор Тарас Николаевич Соколов – выдающийся учёный, крупный специалист в области создания автоматизированных систем управления, Герой Социалистического труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР.

В послевоенные годы Т.Н. Соколов руководил исследованиями по созданию серии копировально-фрезерных станков, обрабатывающих детали размером до семи метров. В результате в СССР возникла новая отрасль станкостроения, выпускающая копировальные станки со следящим приводом, ставшие предшественниками станков с числовым программным управлением. В 1948 г. за эту работу Т.Н. Соколову была присуждена Государственная премия СССР (в то время это была Сталинская премия), а в 1951 г. на основе проведенных исследований он защитил докторскую диссертацию и стал профессором. По материалам диссертации им была опубликована монография «Электромеханические системы автоматического управления», в которой был разработан аналитический метод расчёта следящих систем по заданному критерию качества переходных процессов. Этот метод стал теоретической основой построения аналоговых математических машин в ЛПИ.

Под руководством профессора Т.Н. Соколова на кафедре были разработаны уникальные аналоговые электромеханические моделирующие машины типа «Модель», предназначенные для моделирования и исследования динамики движения летательных аппаратов в реальном времени. Эти машины позволяли по заказам фирмы С.П. Королёва решать нелинейные дифференциальные уравнения высокого порядка с большим числом переменных параметров. В разгар работы над созданием специализированных вычислительных машин Т.Н. Соколов, понимая, что будущее – за цифровой техникой, добился постановления Правительства на разработку цифровой автоматизированной системы слежения за полётами искусственных спутников Земли, получившей название «Кварц». За два с половиной года была создана практически первая в стране автоматизированная система управления, за которую Т.Н. Соколов и его заместитель Н.М. Французов в 1959 г. были удостоены Ленинской премии. Молодые преподаватели кафедры (в будущем профессора ЛПИ) Б.Е. Аксёнов, И.Д. Бутома, Ф.А. Васильев, Т.К. Кракау, Н.М. Французов, А.М. Яшин стали кандидатами технических наук без защиты диссертаций. Система показала великолепные эксплуатационные качества и в модернизированном виде сопровождала первый полёт человека в космос. В результате по инициативе Т.Н. Соколова в 1961 г. на базе кафедры было создано ОКБ ЛПИ (впоследствии НПО «Импульс»), ставшее в короткий срок крупной научной организацией, решающей важные народно-хозяйственные задачи.

Значительный вклад в теорию моделирования динамических систем внёс профессор кафедры информационно-управляющих систем Юрий Васильевич Ракитский. В 1961 г. он возглавил группу по разработке цифровых моделей, которые создавались на кафедре в связи с работами по проектированию специализированной ЭВМ для моделирования процессов в атомной энергетической установке. Инженер по образованию, выпускник кафедры ИУС Ю.В. Ракитский всю жизнь занимался разработкой численных методов решения разностных и дифференциальных уравнений. Вершиной научной деятельности Ю.В. Ракитского являются работы по созданию теории жёстких систем. Им было дано строгое определение класса этих систем, выявлены и изучены их свойства, проведен анализ существующих и предложены новые методы решения жёстких систем. Эти результаты отражены в книге «Численные методы решения жёстких систем», написанной им позднее со своими учениками. Его учениками на кафедре ИУС стали профессора А.М. Александров, Г.Н. Черкесов, И.Г. Черноуцкий, С.М. Устинов.

В 60-е гг. в ЛПИ Анатолий Алексеевич Денисов при поддержке Б.И. Доманского начал осваивать и далее развивал новое научное направление – электрофлюидику, основу которого составляла общность математического описания процессов в электрических и гидравлических средах. А.А. Денисов работал над проблемами управления потоками жидкости с помощью электрических сигналов. В 1970 г. он защитил докторскую диссертацию, которая была посвящена разработке теории электрофлюидики и её применению для создания различных преобразователей, используемых в системах автоматизации и управления. В дальнейшем он развивал научную школу теории систем и системного анализа в Ленинградском политехническом институте. А.А. Денисов – автор ряда монографий и учебников по теории систем и системному анализу.

В 60-е гг. в теории управления центральными становятся проблемы оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина и метод динамического программирования Беллмана создали хорошую математическую основу для разработки инженерных методов анализа и синтеза оптимальных систем. В эти же годы появились работы по аналитическому конструированию оптимальных регуляторов, по игровым задачам в управлении, по синтезу оптимальных систем на основе критерия обобщенной работы, по стохастическим системам. В периодической литературе стали появляться статьи по методам анализа и синтеза многомерных и многосвязных систем автоматического управления.

В теории нелинейных систем широкое распространение получили работы по методам расчёта на основе функций Ляпунова, а также по проблеме абсолютной устойчивости. Проблема абсолютной устойчивости была очень модной особенно среди математиков, работающих в области теории управления. В теории автоматического управления в эти годы всё шире стали использоваться матричные методы. Число работ по частотным методам постепенно сокращалось с одновременным увеличением числа работ по методу пространства состояний. На Западе появляется термин «современная теория управления». В отличие от классической теории регулирования в «современной теории управления» резко возросла роль математики и математиков. Число математиков и математически образованных инженеров уже к середине 60-х гг. намного превысило число инженеров, непосредственно занимающихся проектированием, созданием и эксплуатацией конкретных средств и систем автоматического управления. Значительное место в теории автоматического управления в эти годы стали занимать работы в области теории и алгоритмов управления самонастраивающихся и адаптивных систем.

Среди научных школ в области теории управления одно из ведущих мест не только в Ленинграде, но и в стране в 70-е гг. стала занимать научная школа математиков Ленинградского университета (ЛГУ) во главе с профессорами Владимиром Ивановичем Зубовым, Владимиром Андреевичем Якубовичем и Виктором Александровичем Плиссом. В.И. Зубов организовал в ЛГУ факультет прикладной математики и стал его первым деканом. В.А. Якубович организовал и возглавил кафедру теоретической кибернетики на математико-механическом факультете.

Владимир Иванович Зубов работал в области теории оптимального управления. Профессор В.И. Зубов был очень неординарной и яркой личностью среди своих коллег, научных работников и инженеров, работающих в области теории и процессов управления. Так же, как и академик Л.С. Понтрягин, он был слепым, но это не помешало ему стать крупным учёным и быть автором оригинальных монографий по теории автоматического управления. В.И. Зубов ослеп в возрасте 14 лет при контузии от бомбёжки во время войны. Но, несмотря на это, он обладал удивительной способностью следить за сложнейшими математическими выкладками, произносимыми вслух, и часто замечал в них ошибки, которые пропускали люди зрячие, видевшие выкладки, написанные на доске или плакатах. В.И. Зубов защитил докторскую диссертацию в тридцать лет и работал научным консультантом в ряде исследовательских институтов Министерства судостроительной промышленности. У него было много учеников не только среди аспирантов университета, но и среди работников этих институтов.

В.И. Зубовым были разработаны методы определения областей устойчивости для линейных и нелинейных систем как в пространстве параметров, так и в фазовом пространстве; методы синтеза оптимальных систем управления в задачах управления различными объектами, в том числе летательными аппаратами; методы управления вращательным движением различных тел, а также систем, состоящих из нескольких тел в задачах ориентации и стабилизации космических летательных аппаратов. Им же были разработаны качественные аналитические и численные методы управления пучками заряженных частиц, обеспечивающие их транспортировку, фокусировку и ускорение. Эти методы сегодня используются при создании современной электрофизической аппаратуры. В.И. Зубов – автор фундаментальных монографий по теории управления, в которых изложены основные результаты его работ. Наиболее значительными среди них являются книги, выпущенные в свет издательством «Судпромгиз»: «Колебания в нелинейных управляемых системах» (1962); «Теория оптимального управления» (1965); «Аналитическая динамика гироскопических систем» (1970). В 1969 г. Владимир Иванович Зубов подготовил и опубликовал учебное пособие «Лекции по теории управления». А первая книга В.И. Зубова по теории управления «Методы А.М. Ляпунова и их применение» была опубликована им еще в 1957 г. в издательстве ЛГУ. В 1979 г.

В.И. Зубова избирают членом-корреспондентом АН СССР по отделению «Механика и процессы управления». Среди преподавателей факультета прикладной математики Ленинградского государственного университета, возглавлявшегося в это время В.И. Зубовым, были доктора технических наук профессора Г.Г. Меньшиков, Р.А. Нелепин, Ю.П. Петров – известные ученые в области теории управления.

Владимир Андреевич Якубович – основатель и руководитель кафедры теоретической кибернетики в Ленинградском университете, известной научной школы в области теории нелинейных систем и адаптивного управления. Это выдающийся ученый, автор фундаментальных работ по математике и теории управления. Ему принадлежат оригинальные результаты по абсолютной устойчивости, управляемости и наблюдаемости. В.А. Якубович подготовил большое число учеников, ставших известными специалистами в области теории управления. В их числе: член-корреспондент РАН Г.А. Леонов, профессора, доктора физико-математических наук А.Х. Гелиг, В.Н. Фомин, Н.Е. Барабанов, А.Е. Барабанов; профессора, доктора технических наук А.Л. Фрадков и А.В. Тимофеев.

В.А. Якубович разработал новый подход в области теории адаптивного управления, основанный на том, что целевое условие преобразуется в рекуррентное неравенство, связывающее искомые неизвестные параметры закона управления и другие величины; им были получены конечно-сходящиеся алгоритмы решения систем рекуррентных неравенств. В.Н. Фомин распространил метод рекуррентных целевых неравенств на стохастический случай. А.В. Тимофеев построил конечно-сходящиеся алгоритмы с увеличенной глубиной памяти. А.Л. Фрадков разработал метод скоростного градиента для синтеза адаптивных систем. В теории нелинейных систем В.А. Якубович показал, что частотный критерий абсолютной устойчивости может быть получен на основе метода функций Ляпунова. При этом им было установлено важное алгебраическое предложение (лемма Якубовича – Калмана или частотная теорема), упрощённое доказательство которого на год позже было предложено Р. Калманом. Широкое использование этой леммы во многих работах обусловлено тем, что она позволяет получать эффективно проверяемые условия существования функции Ляпунова в многопараметрическом классе функций. С её помощью критерий Попова был распространён на случай неустойчивости и были установлены частотные критерии наличия других свойств у систем управления: диссипативности, колебательности, существования устойчивых вынужденных режимов и т. д. Исследователями получены также разнообразные результаты в задачах адаптации (А.Л. Лихтарников, А.Л. Фрадков и др.), и в задачах оптимального управления (В.А. Андреев, Ю.Ф. Казаринов и др.).

В.А. Якубовичем предложен «квадратичный критерий» – эффективно проверяемое необходимое и достаточное условие абсолютной устойчивости в классе нелинейностей с интегральными квадратичными связями. Этот класс охватывает многие практически важные нелинейности, такие как гистерезисные функции, импульсные модуляторы разных типов и др. В 1991 г. В.А. Якубовича избрали членом-корреспондентом РАН по отделению механики и процессов управления.

Заведующий кафедрой дифференциальных уравнений математико-механического факультета Санкт-Петербургского Государственного Университета Виктор Александрович Плисс – один из ведущих специалистов по дифференциальным уравнениям. Вся трудовая деятельность В.А. Плисса связана с Ленинградским университетом, где он с 1956 г. работает на кафедре дифференциальных уравнений, с 1960 г. являясь заведующим этой кафедрой. Основные направления научных исследований В.А. Плисса: теория устойчивости движения, теория автоматического регулирования и теория нелинейных колебаний; теория инвариантных поверхностей и инвариантных множеств; теория структурной устойчивости (грубости); сингулярно-возмущенные периодические системы; системы с инвариантной мерой; слабо гиперболические системы.

В середине 50-х гг. В.А. Плисс разрешил проблему Айзермана для трехмерных систем, используя при этом топологические методы доказательства существования периодических решений у систем, удовлетворяющих обобщенным условиям Гурвица. Эти работы отражены в его монографии «Некоторые проблемы теории устойчивости движения в целом» (1958 г.). В начале 60-х гг. В.А. Плиссом был разработан общий принцип сведения в теории устойчивости, и была решена старинная проблема, которой придавали большое значение такие видные ученые, как Четаев и Малкин в России, Лефшец в США и др. В дальнейшем этот принцип получил широкое развитие в работах других авторов.

В монографии В.А. Плисса «Нелокальные проблемы теории колебаний» построена теория диссипативных систем, разработаны специальные методы исследования и изучены многие конкретные системы, встречающиеся в теории механических и электрических колебаний. В теории нелинейных колебаний В.А. Плиссом исследованы системы с хаотическими инвариантными множествами или, как их называют, «странными аттракторами». Им впервые была установлена необходимость гиперболичности странного аттрактора для его грубости, показано, что структурно устойчивая система может иметь лишь конечное число устойчивых периодических движений, сформулированы необходимые и достаточные условия устойчивости системы по отношению к возмущениям произвольной природы. Эти результаты, изложенные в третьей монографии В.А. Плисса «Интегральные множества периодических систем дифференциальных уравнений», широко используются в теории нелинейных упругих колебаний, колебаний электрических систем, в задаче трех тел и при анализе многих других прикладных вопросов. В 1990 г. В.А. Плисс был избран членом-корреспондентом РАН по отделению энергетики, машиностроения, механики и процессов управления по специальности «Процессы управления».

Ряд результатов в теории оптимального управления был получен А.И. Лурье и его учениками: профессором В.А. Троицким – о связи классического вариационного исчисления и принципа максимума и по системам, описываемым уравнениями в частных производных; профессорами А.А. Первозванским и В.Г. Гайцгори – по теории возмущений и синтезу оптимальных регуляторов; профессорами А.А. Первозванским, В.Я. Катковником, В.Г. Гайцгори, Ю.Ю. Кульчицким, М.Г. Захаровым – по численным методам оптимизации и управления стохастическими объектами, по алгоритмам декомпозиции задач большой размерности и методам стохастического программирования. По-видимому, самый яркий результат – установление тензорного характера оптимальных решений в задачах управления свойствами распределённых систем – получен К.А. Лурье и развит его учениками. Результаты этих исследований опубликованы в монографиях: Лурье К.А. «Оптимальное управление в задачах математической физики»; Троицкий В.А. «Оптимальные процессы колебаний механических систем»; Первозванский А.А., Гайцгори В.Г. «Декомпозиция, агрегирование и приближённая оптимизация»; Катковник В.Я. «Линейные оценки и стохастические задачи оптимизации», Первозванский А.А. «Математические модели в управлении производством».

На стыке проблем численной оптимизации и вероятностной теории лежат исследования по эффективности адаптивных систем. Это работы по точности экстремальных регуляторов, развитые В.Я. Катковником, О.Ю. Кульчицким, В.Е. Хейсиным в связи с построением систем, устойчивых к случайному дрейфу экстремума; по стохастической устойчивости непрерывных поисковых алгоритмов; по общему методу обоснования алгоритмов идентификации и адаптивного управления стохастическими динамическими системами.

К концу 60-х гг. профессор кафедры автоматики и телемеханики ЛЭТИ Виктор Алексеевич Олейников стал видным учёным в области оптимального управления нелинейными объектами. Он предложил подход к анализу и синтезу оптимальных управ-

лений в нелинейных системах на основе структурного представления объекта, разработал множество оригинальных приёмов и способов исследования процессов, базирующихся на принципе максимума и условиях общности положения, качественной теории дифференциальных уравнений и анализе функциональных матриц. В.А. Олейников в эти годы устанавливает хорошие связи кафедры с издательством «Недра», в котором впоследствии выходят в свет монографии его и других сотрудников кафедры. Сам В.А. Олейников продолжает работу в области оптимального управления объектами горной и нефтехимической промышленности и начинает сотрудничество с кафедрой автоматизации технологических процессов Ленинградского горного института. Результаты этих работ отражены в монографиях В.А. Олейников, Н.С. Зотов «Автоматическое регулирование технологических процессов в нефтяной и нефтехимической промышленности» (вышла в издательстве «Гостоптехиздат») и В.А. Олейников, С.Н. Тихонов «Автоматическое управление технологическими процессами в обогащательной промышленности» (издательство «Недра»).

В.А. Олейников одним из первых в стране начал читать лекции для студентов и инженеров по экстремальным и оптимальным системам. С начала 60-х гг. на кафедре автоматизации и телемеханики под руководством В.А. Олейникова функционирует учебная лаборатория оптимальных и экстремальных систем и читается курс «Оптимальные и экстремальные системы управления». В 1969 г. он вместе с Н.С. Зотовым, А.М. Пришвиным и Н.В. Соловьёвым подготовил и опубликовал в издательстве «Высшая школа» первые в стране учебное пособие и задачник по оптимальным и экстремальным системам автоматического управления с грифом Минобразования СССР.

Вопросам анализа и синтеза квазиоптимальных систем управления был посвящён ряд работ профессора ЛЭТИ Л.П. Смольникова. В основе этих работ лежит предложенный им метод типовых фазовых траекторий, впервые изложенный в монографии «Синтез квазиоптимальных систем автоматического управления» (1969). Дальнейшее развитие эти методы получили в книге «Расчёт кусочно-линейных систем», написанной Л.П. Смольниковым в соавторстве с его учеником Ю.А. Бычковым.

В 1960 г. в Москве состоялся Первый конгресс ИФАК (Nonlinear Control System), на котором с докладами выступали многие корифеи из СССР и США. В числе докладчиков был и профессор Ленинградского кораблестроительного института Ефим Натанович Розенвассер. Он разработал метод интегральных уравнений для расчёта систем автоматического управления, который изложил в монографии «Колебания нелинейных систем», вышедшей в свет в 1969 г. В том же году он и профессор ВВКИА Рафаэль Мидхатович Юсупов опубликовали монографию «Чувствительность систем автоматического управления», которая стала первой книгой по этому направлению в нашей стране. Позднее эта монография перерабатывалась и дважды, в 1971 и 1981 гг. издавалась под несколько изменёнными названиями. В этой серии книг были сформулированы общие понятия параметрической модели систем управления и приведена общая постановка задачи исследования чувствительности параметрических моделей для широкого класса разрывных динамических систем, а также было введено общее определение функций чувствительности.

Е.Н. Розенвассером и Р.М. Юсуповым разработаны основы теории чувствительности на базе уравнений чувствительности, созданы методы построения уравнений конечномерных систем широкого класса и систем с распределёнными параметрами. Для конечномерных систем проведено строгое обоснование методов теории чувствительности на основе второго метода Ляпунова и получены критерии применимости методов теории чувствительности к первому приближению. Этими же авторами введены в рассмотрение инварианты чувствительности систем автоматического управления, развиты и обобщены методы и способы получения и анализа временных характеристик систем, передаточных функций, частотных характеристик, нулей и плюсов передаточ-

ных функций, интегральных оценок и т. д. Прикладные задачи теории чувствительности классифицированы Е.Н. Розенвассером и Р.М. Юсуповым на прямые, обратные и смешанные. Ими же разработаны методы и алгоритмы решения задач анализа и синтеза систем автоматического управления с использованием аппарата функций чувствительности, а также задач идентификации, испытаний и настройки. Таким образом, трудами ленинградских профессоров по существу была создана отечественная школа в теории чувствительности систем автоматического управления.

Разработке теории и практики самонастраивающихся систем автоматического управления были посвящены монография Р.М. Юсупова «Получение информации об управляемом процессе в самонастраивающихся системах» и совместная публикация Ю.М. Козлова и Р.М. Юсупова «Беспоисковые самонастраивающиеся системы», опубликованные в 60-х гг. В 1973 г. Е.Н. Розенвассер опубликовал монографию «Периодически-нестационарные системы управления», в которой был разработан оригинальный метод расчёта систем с переменными, периодически изменяющимися параметрами. Позднее он распространил этот метод и на дискретно-непрерывные системы автоматического управления.

В 70-е гг. среди ленинградских специалистов в области автоматизации и управления видную роль стал играть профессор Ленинградского политехнического института доктор технических наук Евгений Иванович Юревич. В 1971 г. профессор Б.И. Доманский оставил пост заведующего кафедрой и перешёл на должность профессора-консультанта. Руководителем кафедры стал его ученик профессор Е.И. Юревич, который в 1972 г. сосредоточил своё внимание на руководстве и развитии созданного по его инициативе Особого конструкторского бюро технической кибернетики, ставшего впоследствии Центральным научно-исследовательским институтом робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК). В ЦНИИ РТК под руководством Е.И. Юревича был разработан модульный принцип построения систем управления промышленными роботами, созданы первые отечественные интеллектуальные роботы и уникальные робототехнические системы специального назначения, основанные на новых физических принципах.

Е.И. Юревич известный специалист в области теории автоматического управления, автор одного из учебников по этой дисциплине. Так же как и академик Е.П. Попов, он был одним из пионеров отечественной робототехники. Именно они были инициаторами подготовки инженеров по новой специальности «Робототехника», которая стала очень популярной в нашей стране. Организации первого в стране исследовательского института по этому направлению Е.И. Юревич посвятил многие годы своей жизни. На базе ЦНИИ РТК проводились многие всесоюзные и всероссийские совещания и конференции по робототехнике.

В 1967 г. в Ленинград от имени Национального Комитета по автоматическому управлению (НКАУ) приезжал член-корреспондент АН СССР Евгений Павлович Попов. В прекрасном помещении Дворца Труда состоялось впервые общее собрание учёных Ленинграда, работающих в области автоматизации и процессов управления. На этом собрании с отчётным докладом о работе территориальной группы НКАУ выступил её председатель профессор А.А. Первозванский, после этого состоялись выборы Бюро и председателя Ленинградской территориальной группы. В Бюро вошли все видные учёные Ленинграда в области теории и практики систем автоматического управления. В результате председателем был избран ректор ЛЭТИ профессор А.А. Вавилов, а учёным секретарём – доцент В.Б. Яковлев.

Базовой организацией территориальной группы НКАУ был определён ЛЭТИ. Во главе территориальной группы было её Бюро, в состав которого входили председатель А.А. Вавилов и его заместители В.М. Пономарёв и В.А. Якубович, учёный секретарь В.Б. Яковлев, а также руководители секций по различным направлениям

в области автоматизации и управления. В Ленинградской территориальной группе были образованы следующие секции:

- теории управления во главе с профессорами В.И. Зубовым и В.А. Бесекерским;
- теории адаптивных систем управления во главе с профессором В.А. Якубовичем;
- управления в сложных системах во главе с профессором А.А. Первозванским;
- теории чувствительности автоматических систем во главе с профессорами Е.Н. Розенвассером и Р.М. Юсуповым;
- управления подвижными объектами во главе с профессором В.М. Пономарёвым;
- робототехнических систем во главе с профессором Е.И. Юревичем;
- диагностики и надёжности автоматических систем во главе с профессорами А.В. Мозгалевским и А.М. Половко;
- систем обработки информации и комплексирования во главе с профессором С.П. Дмитриевым;
- вычислительных систем во главе с профессором В.Б. Смоловым;
- управления в биологических системах во главе с профессором Р.А. Полуэктовым.

После смерти А.А. Вавилова Ленинградская территориальная группа много лет работала под руководством В.Б. Яковлева. Перечень секций ежегодно уточнялся и при необходимости изменялся на заседаниях Бюро, которые проводились в ЛЭТИ регулярно не менее двух раз в год. Каждая секция организовывала и проводила научные конференции, симпозиумы, школы, семинары по своей тематике, которые проходили на базе Домов и Дворцов культуры, Дома ученых, Дома техники, Центрального лектория общества «Знание», а также в организациях и вузах, где работали руководители и члены соответствующих секций.

В.Б. Яковлев создатель и руководитель научной школы ЛЭТИ в области многоканального регулирования. В течение двадцати лет он возглавлял кафедру автоматики и процессов управления ЛЭТИ – головную кафедру страны по направлению «Автоматизация и управление». Его научные интересы – теория и практика дискретных систем управления. В.Б. Яковлев автор многочисленных работ и публикаций в области теории управления. Среди них учебники по теории автоматического управления с грифом Министерства высшего образования СССР и России, подготовленные им и в соавторстве с коллегами. По структуре и содержанию они существенно отличаются от аналогичных книг по теории автоматического регулирования, написанных в нашей стране и за границей.

Среди научных школ Ленинграда в области управления и автоматизации заметную роль в конце 70-х гг. стали играть учёные Ленинградского механического института. Ещё в пятидесятые годы подготовка по системам автоматического управления там началась на кафедре профессора Аркадия Тимофеевича Блажкина. Преподавателями этой кафедры в разное время были известные специалисты в области систем управления, профессора: Ю.М. Козлов, В.С. Веселов, С.Н. Шаров, Д.П. Деревицкий и др. На этой же кафедре работал тогда доцентом Александр Львович Фрадков, выпускник кафедры теоретической кибернетики ЛГУ.

В 1975 г. Д.П. Деревицкий и А.Л. Фрадков организовали при Ленинградском областном совете научно-технических обществ Комитет по автоматизации и системам управления, который возглавлял профессор А.Т. Блажкин. После его ухода в отставку по возрасту Комитет возглавил профессор ЛЭТИ В.Б. Яковлев. Благодаря активности А.Л. Фрадкова Комитет по автоматизации и управлению обеспечил материальную поддержку для проведения мероприятий под эгидой Ленинградской территориальной группы НКАУ. Комитет получал средства на проведение научных конференций и симпозиумов, проводимых по линии общества «Знание» и Ленинградского областного совета научно-технических обществ (ЛОСНТО). Эти средства позволяли арендовать

помещения для проведения мероприятий и издавать труды участников конференций. Так началось систематическое проведение в Ленинграде симпозиумов по теории чувствительности и адаптивному управлению, которые проводились в прекрасных помещениях Дома Ученых, городских Дворцов культуры и Дворца пионеров. На эти же средства проводились семинары и было организовано чтение лекций в Ленинградском Доме научно-технической пропаганды.

Кафедра автоматики и телемеханики была организована в ЛИТМО в 1945 г., когда в первый послеблокадный год эвакуированные на военное время из города учебные заведения Ленинграда возобновляли свою работу. Основателем и первым заведующим новой кафедрой был профессор Марк Львович Цуккерман, ставший и деканом вновь созданного тогда факультета электроприборостроения.

М.Л. Цуккерман был выпускником Петербургского политехнического института 1910 г. В довоенные годы он работал в ЛЭТИ на кафедре автоматики и телемеханики. В 20-е гг. он организовал в Ленинграде отраслевую лабораторию электроизмерений и был известен в стране как крупный специалист по телеизмерениям. В послевоенные годы на его кафедре работали профессора Д.И. Зорин, А.А. Кампе-Немм, доценты Е.А. Танский, Р.И. Юргенсон и др. В 1959 г. заведующим кафедрой стал доцент Е.А. Танский, выпускник кафедры автоматики и телемеханики ЛЭТИ 1936 г. Он бесспорно возглавлял кафедру до 1970 г. За время его руководства преподавательский состав кафедры пополнился её выпускниками и квалифицированными специалистами из промышленности и других вузов. Среди них были будущие профессора И.П. Пальтов, Б.А. Арефьев, В.Н. Дроздов, А.В. Ушаков, А.И. Новосёлов, В.А. Власенко. В научной работе кафедры происходит поворот к проблемам автоматизации оптико-механического приборостроения и прецизионных фотоэлектрических следящих систем для оборонной техники.

В 1970 г. заведующим кафедрой стал профессор Ю.А. Сабинин. Он был выпускником 1938 г., преподавателем, доцентом и профессором кафедры электрооборудования промышленных предприятий (ныне систем автоматического управления) ЛПИ, крупным специалистом в области электропривода и следящих систем, автором нескольких монографий и учебных пособий, изданных в центральных издательствах. Ю.А. Сабинин с 1953 г. одновременно работает в ЛПИ и в ленинградском филиале ИАТ АН СССР, где организовал лабораторию прецизионных электроприводов астрономических установок, которыми оснащались большинство телескопов и радиотелескопов, изготавливавшихся в СССР. В 1962 г. он создаёт в филиале ИАТ отдел, в который входят лаборатории электропривода, следящих систем, преобразовательной техники и дискретных систем управления. Его учеником был доктор технических наук профессор В.А. Мясников – заместитель Председателя государственного комитета по науке СССР.

После ухода в 1990 г. Ю.А. Сабинина с поста заведующего по возрасту кафедрой возглавил другой его ученик – профессор Валерий Владимирович Григорьев, защитивший докторскую диссертацию по теории автоматического управления. В ЛЭТИ продолжала эффективно работать система подготовки кадров высшей квалификации; диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук защитили В.Н. Дроздов, И.В. Мирошник, Р.О. Оморов, А.В. Ушаков и А.И. Скалон. Завершилось формирование научной школы кафедры и ее основных направлений, возглавляемых профессорами В.В. Григорьевым, И.В. Мирошником, А.В. Ушаковым, В.О. Никифоровым. Работы В.В. Григорьева были посвящены качественной устойчивости непрерывных и дискретных динамических систем. И.В. Мирошник занимался проблемами согласованного управления многоканальными системами, а также геометрической теорией управления пространственным движением. А.В. Ушаков работает в области многомерных модально-робастных систем. В.О. Никифоров защитил

докторскую диссертацию на тему «Адаптивное и робастное управление с компенсацией внешних воздействий».

К концу 70-х гг. достаточно мощный коллектив учёных в области автоматизации и управления сложился и в Ленинградском институте авиационного приборостроения (ЛИАП). Этот вуз в качестве ректора многие годы возглавлял выпускник и преподаватель ЛЭТИ профессор А.В. Капустин. Среди учёных ЛИАП, внесших значительный вклад в работы в области автоматизации и управления, прежде всего, следует упомянуть профессора В.А. Бесекерского, который перешёл в ЛИАП из Военной академии имени А.Ф. Можайского в 1972 г. и возглавил кафедру радиотехнических систем управления летательными аппаратами. В.А. Бесекерский – выдающийся специалист в области фундаментальных методов расчета и проектирования систем автоматического управления движением баллистических и крылатых ракет, экранопланов и космических аппаратов. Под его научным руководством подготовлено 20 докторов и более 100 кандидатов технических наук. В 70-е гг. В.А. Бесекерским написаны и опубликованы фундаментальные монографии «Динамический синтез систем автоматического регулирования» и «Цифровые автоматические системы».

Профессор Игорь Александрович Орурк – заведующий кафедрой тормозных систем. Он разработал метод синтеза нелинейных систем автоматического управления с помощью обратных характеристик, который стал основой для алгоритмов динамического синтеза нелинейных автоматических систем. Учениками И.А. Орурка стали доктор наук, профессора Л.А. Осипов и А.С. Коновалов. Результаты их исследований в теории управления опубликованы в монографиях «Новые методы синтеза и анализа линейных и некоторых нелинейных систем автоматического регулирования», «Анализ и оптимальный синтез на ЭВМ систем управления» и «Алгоритмы динамического синтеза нелинейных автоматических систем».

Профессор Михаил Борисович Игнатъев – заведующий кафедрой вычислительной техники, выпускник кафедры автоматики и вычислительной техники ЛПИ. Он известный специалист в области автоматизации, управления и информатики, автор ряда монографий и многочисленных публикаций по этому направлению. В их числе монография «Голономные автоматические системы» (1963) и ставшая широко известной работа «Алгоритмы управления роботами-манипуляторами» (1972). Второе издание этой книги вышло в 1973 г. в США, а 1977 г. книга была вновь переиздана в нашей стране.

Профессор Сергей Петрович Дмитриев – заведующий кафедрой информационных систем кибернетики, известный специалист в области статистических методов и комплексирования систем обработки информации и управления. Все названные специалисты ЛИАПа принимали активное участие в работе Ленинградской территориальной группы НКАУ.

В конце 70-х – начале 80-х гг. в нашей стране в области теории управления и автоматизации наметился очередной бум. На этот раз с системами автоматизированного проектирования (САПР), а позднее с гибкими автоматизированными производственными системами (ГАП) и интегрированными автоматизированными системами управления проектированием и производством (ИАСУ ПП). Работы по созданию таких систем были поручены не только отраслевым научным предприятиям, но и учреждениям Академии Наук СССР и стали контролироваться руководящими партийными органами на местах. ГАП были распространены в машиностроении и связаны с автоматизацией дискретного производства. Работы по созданию и внедрению интегрированных систем и ГАП в Ленинграде возглавлял и контролировал руководитель промышленного отдела обкома КПСС В.С. Халкиопов. Ежегодно он проводил заседания специальной комиссии по этому вопросу, на которой руководители предприятий отчитывались о проделанной работе.

В 1985 г. в Ленинграде на базе Ленинградского научно-исследовательского вычислительного центра АН СССР (ЛНИВЦ) организуется новый академический науч-

но-исследовательский институт информатики и автоматизации (ЛИИАН). Директором этого института назначается его фактический организатор-руководитель, доктор технических наук профессор В.М. Пономарёв. ЛИИАН становится в научно-методическом отношении головной организацией по программе создания и внедрения ИАСУ и ГАП в Ленинграде.

Валентин Михайлович Пономарёв – выпускник механического факультета Ленинградской военно-инженерной академии имени А.Ф. Можайского, окончивший ее с золотой медалью, был видным специалистом в области автоматизации управления летательными аппаратами. После окончания учёбы В.М. Пономарёв служил инженером авиационной эскадрильи, а потом вернулся в академию, где прошел путь от адъюнкта до заведующего кафедрой систем управления; кафедры, которую до него возглавлял академик Е.П. Попов.

Основные результаты научной деятельности В.М. Пономарёва и его учеников относятся к трём направлениям: теории управления движением летательных аппаратов; синтезу оптимальных систем управления и проблеме управления большими и сложными системами. В работах по *первому* направлению исследователями были рассмотрены проблемы устойчивости движения летательных аппаратов и разработаны методы расчёта характеристик автопилотов. При этом была обоснована необходимость разделения управляющего воздействия на летательный аппарат на программу управления, обеспечивающую движение по заданной траектории, а также был сформулирован закон управления, обеспечивающий требуемую близость фактической траектории к расчетной. Были предложены различные способы задания программы управления как функции времени и как функции выбранного параметра в зависимости от требований к характеру движения. Для различных типов летательных аппаратов были также разработаны алгоритмы управления их движением. В 1965 г. В.М. Пономарёв опубликовал свою монографию «Теория управляемого движения космических аппаратов», которая является одной из первых в стране книг в этой области. В 1968 г. под его редакцией был опубликован учебник «Системы управления космических аппаратов».

Важным результатом, относящимся ко *второму* направлению, является разработка В.М. Пономарёвым прямого метода оптимизации управления, получившего название метода последовательной оптимизации и нашедшего широкое применение. Метод основан на сведении задачи управления объектом, описываемым системой обыкновенных дифференциальных стохастических уравнений, к задаче нелинейного программирования. Был разработан эффективный алгоритм численного решения этой задачи, который позволил установить некоторые общие свойства оптимальных управлений, такие как инвариантность к возмущениям, чувствительность к разбросу параметров объекта и т. д. Эти результаты отражены в монографии «Нелинейная оптимизация систем автоматического управления», а также в учебном пособии с грифом Минвуза СССР «Основы автоматического регулирования и управления», вышедшем в свет в издательстве «Высшая школа» под редакцией В.М. Пономарёва и А.П. Литвинова в 1974 г.

В цикле работ В.М. Пономарёва и его учеников по *третьему* направлению рассмотрены проблемы моделирования и построения систем автоматизации планирования, исследований и проектирования, а также автоматизированных систем управления производством. В качестве основного аппарата для решения задач автоматизации было предложено использовать алгоритмические модели, методы построения которых рассмотрены в монографиях «Автоматизация исследований и проектирования», «Алгоритмические модели автоматизации исследований» и «Алгоритмы и системы автоматизации исследования и проектирования». Ещё будучи директором Ленинградского вычислительного центра и Ленинградского научно-исследовательского вычислительного центра АН СССР (ЛНИ ВЦ), в период с 1975 по 1985 гг.,

В.М. Пономарёв установил деловые связи со многими учреждениями Академии Наук и вузами Ленинграда в рамках создания системы коллективного пользования вычислительной техникой. (В 1985 г. ЛНИИ ВЦ был преобразован в институт информатики и автоматизации АН СССР.)

К концу 70-х гг. основным направлением научной работы профессора Р.М. Юсупова постепенно становится идентификация и диагностика. Он автор монографий «Идентификация технических объектов» и «Идентификация и техническая диагностика». В Военной академии имени А.Ф. Можайского Р.М. Юсупов возглавлял кафедру и факультет по этому направлению. После демобилизации из армии в звании генерал-майора в 1989 г. он стал заместителем директора по научной работе Ленинградского института информатики и автоматизации АН СССР (ныне – СПИИРАН), а в 1991 г., после ухода В.М. Пономарёва по возрасту с административной работы, Р.М. Юсупов становится директором этого института.

С 1976 г. научные интересы Р.М. Юсупова связаны с проблемами сбора и обработки информации, геофизической кибернетики (теория управления геофизическими процессами), математического моделирования, информатизации, проблемами телемедицины, конфликтологии, информационной безопасности. В области теории моделирования Р.М. Юсупов развивает новое научное направление – методы оценивания качества моделей (адекватность, чувствительность, сложность и т. д.), названное им квалиметрией моделей. Им сформулированы концептуальные основы квалиметрии моделей, разработаны методы и алгоритмы оценивания адекватности и чувствительности моделей. В 2006 г. Р.М. Юсупова избирают членом-корреспондентом РАН по отделению информационных технологий и вычислительных систем.

Среди сотрудников СПИИРАН сегодня и руководитель лаборатории информационных технологий в управлении и робототехники (прежде – лаборатория нейроинформатики и интеллектуального управления) Адиль Васильевич Тимофеев, который до этого работал в университете в лаборатории теоретической кибернетики и занимался проблемами адаптивного и интеллектуального управления роботами. В 1982 г. А.В. Тимофеев подготовил и защитил на совете в МВТУ докторскую диссертацию по робототехнике и стал профессором Ленинградского института авиационного приборостроения. Впоследствии он заведовал кафедрой робототехнических и электромеханических систем в этом институте. А.В. Тимофеев – талантливый ученый, активный участник мероприятий, проводимых Ленинградской территориальной группой НКАУ. Его научные интересы: нейроинформатика и нейровычисления, интеллектуальное и мультиагентное управление, распознавание и диагностика, робототехника. Среди его публикаций монографии: «Роботы и искусственный интеллект», «Управление роботами», «Адаптивное робототехнические комплексы», «Информатика и гибкое автоматическое производство».

В 1986 г. по инициативе заведующего отделом науки Ленинградского горкома КПСС Владимира Павловича Булатова в Ленинграде организуется филиал Института машиноведения имени А.А. Благовраова АН СССР, который в 1991 г. был преобразован в самостоятельный Институт проблем машиноведения РАН. Одним из направлений исследований этого института стала теория и методы управления нелинейными процессами в сложных физико-технических системах. Была организована научно-исследовательская лаборатория «Управление сложными системами», которую с 1991 г. возглавляет доктор технических наук профессор Александр Львович Фрадков. В 1986 г. А.Л. Фрадков в Санкт-Петербургском электротехническом университете защитил докторскую диссертацию на тему «Адаптивное управление нелинейными системами». Под его научным руководством в лаборатории разработаны новые алгоритмы управления транспортными роботами на скользящих режимах для широкого класса траекторий движения, а также алгоритмы адаптивной синхронизации взаимодействующих подсистем. В последние годы он занимается проблемами управления в физико-технических

системах, управлением колебательными и хаотическими системами, математическим моделированием с приложениями к механическим системам. По совместительству А.Л. Фрадков работает профессором кафедры теоретической кибернетики математико-механического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, где читает курсы «Управление колебаниями и хаосом» и «Управление молекулярными и квантовыми системами». А.Ф. Фрадков автор большого числа публикаций; результаты его научной работы опубликованы в монографиях, вышедших в свет как в нашей стране, так и за рубежом. Наиболее значительные из монографий А.Ф. Фрадкова – «Адаптивное управление динамическими объектами», «Адаптивное управление сложными системами», «Кибернетическая физика: принципы и примеры».

Работы члена-корреспондента АН СССР А.А. Вавилова в области теории сложных систем и системного анализа продолжили его ученики профессор Д.Х. Имаев, Б.Ф. Фомин и В.А. Терехов. В теории релейных систем Дамиром Хабибовичем Имаевым было предложено автоматное представление нелинейностей, что позволило выделить задачи топологического, структурного и параметрического синтеза для нового класса систем. В современной терминологии такое представление соответствует гибридным моделям. Структурный аспект, предложенный А.А. Вавиловым, распространялся Д.Х. Имаевым и его учениками на нелинейные модели. Большой вклад Д.Х. Имаев внес в разработку машинных методов расчета систем управления. Под его руководством была создана программа «Классик».

Борисом Федоровичем Фоминым и его учениками в области системного моделирования создан формализм системных графов для многокомпонентных динамических систем и решен ряд важных задач в области системной динамики. Итогом этой работы стала фундаментальная монография «Технология системного моделирования». На основе системной динамики и сетей Петри разработаны методики построения имитационных моделей производственных систем. Результаты этих работ отражены в монографиях, опубликованных в нашей стране и за границей под редакцией академика С.В. Емельянова. Совместно с Т.Л. Качановой Б.Ф. Фоминым разработана новая научная парадигма системного анализа – системология феноменального, конструктивным воплощением которой является созданная ими технология системного моделирования.

Начатые В.А. Тереховым с конца 1993 г. исследования по применению искусственных нейронных сетей в задачах управления положили начало новому научному направлению кафедры в области нейродинамики и нейроинформатики. В 2002 г. в издательстве «Высшая школа» было опубликовано с грифом УМО Минобразования РФ первое в России учебное пособие «Нейросетевые системы управления» для студентов вузов. В том же году в серии книг «Нейрокомпьютеры и их применение» под общей редакцией профессора А.И. Галушкина вышла научная монография – В.А. Терехов, Д.В. Ефимов, И.Ю. Тюкин «Нейросетевые системы управления».

Преемником Е.И. Юревича на посту директора ЦНИИ РТК в 1991 г. стал доктор технических наук профессор Лопота Виталий Александрович. В 1984 г. он организовал отраслевую научно-исследовательскую лабораторию лазерной и электронно-лучевой технологий и с 1985 по 1991 г. являлся научным руководителем работ на предприятиях Миноборонпрома СССР. В 1986 г. в ЛПИ им была основана кафедра «Лазерная технология», а в 1987 г. был создан Центр лазерной технологии (ЦЛТ), обеспечивший реализацию многих крупных программ, выполнявшихся в интересах оборонных отраслей промышленности. В настоящее время ЦЛТ успешно работает на рынке, осуществляя серийные поставки лазерных технологических комплексов в промышленность.

В ЦНИИ РТК за прошедшие годы были созданы новые средства робототехники космического, воздушного и наземного базирования. В тематику института вошли новые направления деятельности в области высокоскоростных технологий обработки и передачи информации для управления сложными системами и защиты информационных ресурсов в глобальных и локальных сетях, в области робототехники для экстремальных условий, включая разработку концепции роботизации Вооруженных Сил.

В период пребывания В.А. Лопоты на посту директора ЦНИИ РТК новый импульс получили работы по традиционной тематике предприятия в ракетно-космической отрасли. При его непосредственном участии были созданы новые космические системы связи, в том числе «Ямал-100» и «Ямал-200», успешно осуществлялась разработка перспективной универсальной космической платформы. В 1987 г. Лопоту В.А. избирают членом-корреспондентом РАН по отделению проблем машиностроения, механики и процессов управления. В настоящее время В.А. Лопота является президентом и генеральным конструктором ракетно-космической корпорации «Энергия».

В 90-е гг. в стране началась подготовка специалистов по новому направлению «Системный анализ и управление». Это направление подготовки специалистов появилось в стране по инициативе проректора ЛПИ по учебно-методической работе профессора В.Н. Козлова, который с 1992 г. стал заведовать в этом институте кафедрой технической кибернетики – головной по этому направлению. Владимир Николаевич Козлов – выпускник кафедры автоматики и вычислительной техники ЛПИ, известный специалист в области теории и применения кусочно-линейных операторов для анализа и синтеза систем автоматического управления. Сегодня профессор В.Н. Козлов возглавляет Учебно-методический совет по направлению «Системный анализ и управление».

В 1987 г. членом-корреспондентом АН СССР по отделению механики и процессов управления был избран доктор технических наук профессор Владимир Григорьевич Пешехонов – главный конструктор морских навигационных комплексов НПО «Азимут». В.Г. Пешехоновым была решена проблема прецизионной автономной навигации подводных лодок. В ходе испытаний нового навигационного комплекса он участвовал в качестве технического руководителя в первом зимнем походе отечественной атомной подводной лодки к Северному географическому полюсу. С 1958 г. В.Г. Пешехонов работает в ЦНИИ «Электроприбор»; с 1991 г. он директор этого института.

В.Г. Пешехонов – крупный ученый, автор более двухсот опубликованных научных работ по методам морской навигации, инерциальным навигационным системам, радиоастронавигации, гироскопии, гравиметрии, морским навигационным комплексам. Им решены проблемы пеленгования с подвижного основания слабых источников космического радиоизлучения на фоне шумов окружающего фона, построения морских навигационных комплексов на основе высокоточных радиотехнических и прецизионных инерциальных навигационных систем, использования гравиметров и гравитационных градиентометров для решения задач навигации. В 2000 г. В.Г. Пешехонова избирают действительным членом РАН. Сегодня Владимир Григорьевич Пешехонов – лауреат Ленинской и Государственной премий РФ в области науки и техники, лауреат «Золотой Книги Санкт – Петербурга», руководитель Санкт – Петербургской территориальной группы по автоматическому управлению.

В 2005 г. на математико-механическом факультете была организована кафедра прикладной кибернетики, которую возглавил декан математико-механического факультета профессор Геннадий Алексеевич Леонов. В 1986 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Устойчивость в целом». Три года спустя ему была присуждена Государственная премия за цикл работ по математической теории фазовой синхронизации. Среди его публикаций монографии: «Хаотическая динамика и классическая теория устойчивости движения», «Методы стабилизации линейных управляемых систем», «Математические проблемы теории фазовой синхронизации» и другие. В 2006 г. Г.А. Леонова избрали членом-корреспондентом АН РАН по отделению энергетики, машиностроения, механики и процессов управления.

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ (ЛЕНИНГРАДЕ)

Лауреатом Нобелевской премии по физике за 2000 г. стал петербуржец, директор Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе, вице-президент Российской академии наук, академик Жорес Алфёров. Он разделил премию с двумя коллегами из США – Гербертом Кремером из Калифорнийского университета в Санта-Барбаре и Джеком С. Килби из фирмы Texas Instruments в Далласе. Ученые удостоены награды за исследования и разработку опто- и микроэлектронных элементов, на основе которых создаются современные электронные устройства и информационные технологии. Фундаментальные работы лауреатов сделали принципиально возможным создание волоконно-оптических каналов связи, в том числе Интернета, лазерных диодов, широко используемых в проигрывателях CD-дисков, быстродействующих транзисторов, применяемых в спутниковой связи и мобильных телефонах.

Получение Нобелевской премии Ж.И. Алфёровым является в определенной степени признанием заслуг Санкт-Петербурга в области информатики и информационных технологий. Если исходить из рассмотрения генеалогического дерева развития информатики, т. е. учитывать, что это научно-прикладное направление развивалось из недр математики, кибернетики, электроники и других наук, то можно прийти к выводу, что «российская» информатика в значительной мере зародилась в нашем городе.

В связи с этим нельзя не упомянуть наших выдающихся математиков, в трудах которых развиты основы приближенных вычислений и численных методов (Чебышев П.Л., Крылов А.Н., Стеклов В.А.), линейного программирования (Канторович Л.В.), математической логики (Марков А.А. – младший), теории устойчивости (Ляпунов А.М.), теории вероятностей и математической статистики (Чебышев П.Л., Линник Ю.В., Ляпунов А.М., Марков А.А., Бернштейн С.Н.). Их работы оказали заметное влияние на формирование информатики как науки, в развитие которой в дальнейшем приняли участие многие ленинградцы – петербуржцы. К ним, в частности, можно отнести А.И. Берга, Л.В. Канторовича, С.С. Лаврова, В.И. Сифорова, Т.Н. Соколова, Б.И. Доманского, В.Б. Смолова, С.А. Майорова, В.А. Мясникова, В.И. Варшавского, Л.П. Крайзера, М.Б. Игнатъева, В.М. Пономарева, Н.А. Железнова, Г.С. Цейтина, А.А. Первозванского и других. Информация о конкретном вкладе этих и ряда других специалистов в развитие информатики и вычислительной техники представлена в данном издании в виде самостоятельных статей или в материалах, освещающих деятельность отдельных организаций.

Говоря об истории развития информатики и инфо-коммуникационных технологий в Санкт-Петербурге, нельзя не остановиться, конечно, на именах А.С. Попова и академика А.И. Берга.

Александр Степанович Попов (1859–1906) является изобретателем радио, которое оказало впоследствии определяющее влияние на развитие средств связи и передачи данных. В 1882 г. А.С. Попов окончил физико-математический факультет Петербургского университета. В 1883–1901 гг. он преподавал физику и электротехнику в минном офицерском классе и Техническом училище морского ведомства в Кронштадте. С 1905 г. А.С. Попов был директором Электротехнического института (ныне СПбГЭТУ). В 1895 г. он впервые продемонстрировал систему беспроводной связи (радиосвязи).

Академик Аксель Иванович Берг свое военное и инженерное образование получил также в нашем городе. Вплоть до начала Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. А.И. Берг вел здесь активную научную и педагогическую деятельность. Он был начальником Научно-исследовательского морского института связи, преподавал в Военно-морском инженерном училище, в Военно-технической академии РККА, в Ленинградском электротехническом институте, в Военно-морской академии. Работы А.И. Берга ленинградского периода были связаны с теорией и практикой радиопередающих и радиоприемных устройств, радиопеленгования, с исследованиями свойств ультракоротких волн и возможностей их применения в технике коммуникации, навигации и опознавания объектов. В 1936 г. под руководством А.И. Берга были поставлены первые в нашей стране опыты по радиолокации.

В послевоенный период, занимая высокие посты в правительстве и АН СССР, Аксель Иванович Берг всемерно поддерживал развитие кибернетики и информатики и их технической базы – электронно-вычислительной техники (ЭВТ). Огромное значение А.И. Берг придавал вопросам, относящимся к информации, и всячески поддерживал идеи и предложения, связанные с формировавшейся тогда молодой информатикой.

Большую поддержку А.И. Берг оказывал работе секции кибернетики Ленинградского Дома ученых, которая была создана 14 ноября 1956 г. и явилась одной из первых кибернетических структур в городе и, возможно, в стране. Первым руководителем секции был Л.В. Канторович, с января 1958 г. секцию возглавлял Л.П. Крайзмер. В октябре 1979 г. секции кибернетики Ленинградского Дома ученых было присвоено имя А.И. Берга.

Активному развитию информатики в городе способствовало сосредоточение в нем большого числа научно-исследовательских и проектных организаций и крупных вузов, в которых всемерно поддерживались и развивались богатые отечественные традиции в области точного приборостроения, прикладной математики и методов вычислений.

Ряд конструкторских бюро (КБ) и научно-исследовательских институтов (НИИ) города уже в 60-х гг. освоил выпуск компонентов вычислительной техники. Это были прежде всего: Производственное объединение (ПО) «Светлана», Научно-производственное объединение (НПО) «Авангард», ЦНИИ «Электроприбор», НПО «Ленинец», НПП «Радар», Ленинградский электромеханический завод (ЛЭМЗ) и др. К тому времени в городе был освоен также выпуск специальных информационно-вычислительных систем и аппаратуры для передачи и обработки информации. Здесь лидерами являлись ПО «Светлана», НПО «Авангард», НПО «Ленинец», ЦНИИ «Гранит», ЛЭМЗ, НПО «Импульс», Всесоюзный научно-исследовательский институт радиоаппаратуры (ВНИИРА), Ленинградский научно-исследовательский радиотехнический институт (ЛНИРТИ) и другие предприятия и организации города.

В нашем городе под руководством Филиппа Георгиевича Староса (А. Сарант) и Йозефа Вениаминовича Берга (Дж. Барр) были созданы первые мини-электронно-вычислительные машины «УМ-1-НХ» и большие интегральные схемы для них, а также создан проект российского центра микроэлектроники в Зеленограде («УМ-1 НХ» была внедрена в серийное производство в нашем городе в 1963 г.).

Специалисты Ленинградского института авиационного приборостроения и института информатики и автоматизации АН СССР разработали принципы построения рекурсивных вычислительных машин как антитезу машинам фон-неймановского типа. Эти машины относятся к классу динамических потоковых систем с неограниченным структурированием как операторов, так и данных и с произвольным числом элементов, соединенных в рекурсивно определяемые структуры. Данная идея впервые была озвучена в 1974 г. на Конгрессе ИФИП в Стокгольме в докладе В.М. Глушкова, М.Б. Игнатьева, В.А. Мясникова и В.А. Торгашева и фактически инициировала создание нового направления в развитии вычислительной техники в мире. В 1979 г. в ЛИАП был создан макетный образец рекурсивной ЭВМ с производительностью в 12 раз выше, чем у ЭВМ «БЭСМ-6». В конце 1979 г. вышло Постановление СМ СССР и ЦК КПСС о развитии работ в области рекурсивных машин. В середине 80-х гг. в Киеве под руководством академика В.М. Глушкова была создана полномасштабная рекурсивная ЭВМ «ЕС-1701» с производительностью порядка 500 млн. операций в секунду. К 1987 г. на базе НИЦЭВТ (Москва) под руководством В.А. Торгашева и В.У. Плюснина были созданы мультипроцессоры с динамической архитектурой «ЕС-2704».

В дальнейшем, несмотря на сложные социально-экономические условия, работы по развитию ЭВМ на новых принципах, в частности машин с динамической архитектурой, продолжались в СПИИРАН в специально созданной для этого лаборатории распределенных вычислительных структур под руководством В.А. Торгашева. Подробно история развития и реализации идеи рекурсивных машин (МДА) описана В.А. Торгашевым в его статье «Распределенные вычисления и мультипроцессоры с динамической архитектурой» в четвертом выпуске сборника трудов СПИИРАН (2007 г.).

В городе развит крупнейший в стране научно-промышленный комплекс проектирования и создания средств связи и радиопромышленности. Это несколько десятков НИИ, КБ и предприятий, среди которых следует назвать, прежде всего НПО «Импульс», ГУП НИИ «Рубин», АО «Завод Красная заря», НПО «Дальняя связь», ЛОНИИС, «Интелтех», ФГУП «Вектор» (отмечающий в 2008 г. свой 100-летний юбилей) и др.

Базой, фундаментом информационных технологий является электроника. Одним из ведущих центров, где проводились фундаментальные исследования, определившие развитие микроэлектроники в стране был Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе (ФТИ). В числе научных направлений ФТИ представлены физика и технология новых материалов для микро- и оптоэлектроники, оптические процессоры, оптическая динамическая и голографическая память.

Многие годы в Ленинграде интенсивно развивались исследования в области программирования. Основными центрами этих исследований стали Ленинградский государственный университет (ЛГУ) и Ленинградское отделение математического института (ЛОМИ). Под руководством Л.В. Канторовича и С.С. Лаврова в период с 1964 по 1992 гг. в Ленинграде, в основном на базе ЛОМИ, активно функционировал семинар по проблемам теории и технологии программирования. Этот семинар объединил вокруг себя программистов многих академических, учебных, производственных и других организаций города.

В 1969 г. на математико-механическом факультете ЛГУ была создана кафедра математического обеспечения ЭВМ. В 1971 г. эту кафедру возглавил член-корреспондент АН СССР С.С. Лавров. На кафедре велись исследования по автоматизированному обучению и по теории языков программирования. С.С. Лавров внес большой вклад в развитие теории и технологии программирования, в частности при разработке транслятора с языка АЛГОЛ-60 для ЭВМ «М-20».

Под руководством академика Л.В. Канторовича в начале 60-х гг. в ЛОМИ были разработаны основные положения крупноблочного программирования. Некоторые идеи крупноблочного программирования позднее были переоткрыты или заново ос-

мыслены на более высоком уровне при создании систем работы со структурными файлами и в том, что сейчас называют модульным программированием. В 1975 г. Л.В. Канторович и американец Т. Купменс стали лауреатами Нобелевской премии за работы по оптимальному планированию и оптимальному использованию ресурсов.

Наиболее активно ЭВМ использовались на первых порах в научных исследованиях и проектировании. На благодатной почве сильных математических традиций во многих организациях Академии наук, это прежде всего ФТИ, Институт теоретической астрономии (ИТА), Ленинградский институт ядерной физики (ЛИЯФ), ЛОМИ, Ленинградское отделение центрального экономико-математического института (ЛОЦЭМИ), Институт социально-экономических проблем (ИСЭП); в ряде вузов, таких как ЛГУ, Ленинградский политехнический институт (ЛПИ), Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ), Ленинградский институт точной механики и оптики (ЛИТМО), Ленинградский институт авиационного приборостроения (ЛИАП), Ленинградский институт связи (ЛЭИС), Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского (ВКА); в отраслевых институтах, таких как Государственный оптический институт (ГОИ), Государственная геофизическая обсерватория (ГГО) и другие, началась разработка прикладного программного обеспечения для обработки результатов эксперимента, моделирования, инженерных расчетов, что способствовало формированию новой инженерной профессии «Инженер-программист» и росту числа таких специалистов в городе.

Увеличение выпуска отечественных универсальных и специализированных ЭВМ в 60-х гг. стимулировало их использование в народном хозяйстве в автоматизированных системах управления различного назначения. Широкому масштабу этих работ в городе способствовало создание крупного объединения «Ленэлектронмаш» как головной организации Министерства приборостроения. Для создания и внедрения автоматизированной системы управления (АСУ) в городское хозяйство немного позже было организовано объединение «Ленсистемотехника». Созданием АСУ высшего уровня занимался филиал НИИ «Восход», позже ставший НИИ программных средств.

Все упомянутые и многие другие организации приняли участие в территориальной комплексной программе «Интенсификация-90», основу которой составляли по существу разработки информационных технологий для интегральной автоматизации цикла «исследование – производство». Параллельно с формированием научных основ информатики и созданием производственной базы активно развивалась подготовка специалистов, и создавались соответствующие научные школы в вузах города. Первые кафедры по вычислительной технике и информатике были созданы в конце 50-х гг. в ЛПИ, ЛИТМО, ЛЭТИ, ЛИАП, ВКА имени А.Ф. Можайского и других вузах. Широкую известность приобрели коллективы вузовских кафедр, возглавлявшихся профессорами С.А. Майоровым, В.Б. Смолыным, Т.Н. Соколовым, Н.А. Железновым, Б.И. Доманским, М.Б. Игнатьевым и др.

Определенное значение для развития информатики в городе имело создание в 1978 г. на базе отдела вычислительной техники ФТИ Ленинградского научно-исследовательского вычислительного центра, преобразованного в 1985 г. в институт. Сегодня это Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН). Основными научными направлениями института с самого начала были выполнение фундаментальных исследований в области информатики и разработка информационных технологий для автоматизации научных исследований, управления, производства, здравоохранения, экологии и т. д. Первые разработки ученых института были посвящены созданию пакетов прикладных программ для специалистов различного научного профиля, не владеющих программированием. Это позволило приобщить к использованию информационно-вычислительной техники специалистов гуманитарного профиля, химиков, биологов, медиков, геологов и др. Другим важным направлением работ

было создание информационно-вычислительной системы коллективного пользования с дистанционным доступом, т.е. переход от вычислительного центра к распределенной информационно-вычислительной сети. Ввод в эксплуатацию в 1982 г. первой очереди такой сети, охватывающей институты Академии наук и самые крупные вузы и отраслевые НИИ города, позволил существенно повысить эффективность использования большого информационно-вычислительного комплекса института.

Уже на ранней стадии становления информатики большой интерес ученых вызывала проблема предельных возможностей ЭВМ и человеческого разума. Это направление, получившее название «искусственный интеллект», с самого начала успешно развивалось в институте. В результате были разработаны оригинальные программные системы для распознавания образов, распознавания речи, управления роботами и принятия решений на основе оценки ситуаций. Определенный вклад коллектив института внес в разработку гибких автоматизированных производств и интегрированных производственных комплексов. В конце 80-х гг. прошлого столетия институт осуществлял научно-методическое сопровождение Государственной территориально-отраслевой программы развития народного хозяйства Ленинграда и Ленинградской области на основе автоматизации и широкого использования вычислительной техники на 1984–1985 гг. («Интенсификация-90»).

На современном этапе проблема дальнейшего повышения быстродействия информационно-вычислительных систем связана с возможностью создания распределенных систем с параллельной обработкой информации. Для создания таких систем необходим принципиально новый подход к архитектуре системы и организации процесса обработки информации. Работы в этой области успешно велись в институте с первых дней его создания.

Сегодня институт проводит исследования в таких областях как фундаментальные основы информатизации общества и различных информационных процессов, архитектура системных решений и программного обеспечения информационно-управляющих комплексов реального времени, информационная безопасность и защита информации, теоретические основы построения ИКТ для интеллектуальных систем автоматизации научных исследований, производства, управления и т. д.

В этих и других областях в последние годы осуществлены исследования и разработки ряда научных направлений, технологий и средств, в том числе: принципиально новый класс мультипроцессорных вычислительных систем – машины с динамической архитектурой (МДА); ИТ разработки многоагентных систем с приложениями к задачам планирования, мониторинга, управления, составления расписаний, робототехники, обработки распределенных данных («*data-mining*»), защиты информации; ИТ интеллектуального управления конфигурациями виртуальных и сетевых организаций; логистика знаний; квалиметрия моделей; ИТ интеграции интеллектуальных ГИС и прикладных систем поддержки принятия решений; многомодальный интерфейс взаимодействия человека с компьютером; ИТ построения понятийных словарей и информационно-аналитических систем и т. д.

В настоящее время Санкт-Петербург имеет достаточно весомый научный, научно-технический, производственный потенциал в области информатики и ИКТ. По данным статуправления города вопросами информатики и информационно-коммуникационных технологий занимается более 2000 различных организаций.

Сегодня в нашем городе функционирует хорошо отлаженная система подготовки специалистов по ИКТ и программистов по схеме: средняя школа–университет–различные курсы усовершенствования и повышения квалификации. Многие средние школы специализируются в области информатики и программирования. Из почти 60 государственных высших учебных заведений примерно одна треть выпускает специалистов по вычислительной технике и программированию.

О высоком уровне подготовки программистов в городе свидетельствует, в частности, тот факт, что в последних командных чемпионатах мира по программированию команды Санкт-Петербургских университетов постоянно были в числе призеров. Результаты чемпионатов мира по программированию в 2000–2008 гг. представлены в таблице.

Таблица

Результаты чемпионатов мира по программированию в 2000–2008 гг.

Год	Место проведения	Победители	Участники от Санкт-Петербурга	Место
2000	Орландо, Флорида США	Санкт-Петербургский государственный университет	СПб государственный университет	1
			СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	5
2001	Ванкувер, Канада	Санкт-Петербургский государственный университет	СПб государственный университет	1
			СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	3
2002	Гонолулу, Гавайи США	Шанхайский университет	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	11
2003	Бeverли Хиллс, Калифорния США	Варшавский университет	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	3
			СПб государственный университет	30
2004	Прага, Чехия	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	1
			СПб государственный университет	27
2005	Шанхай, Китай	Шанхайский университет	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	3
			СПб государственный университет	17
2006	Сан-Антонио, США	Саратовский государственный университет	СПб государственный университет	6
			СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	19
2007	Токио, Япония	Варшавский университет	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	3
			СПб государственный университет	14
2008	Банф, Альберта, Канада	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	1
			СПб государственный университет	11

Отметим, что Санкт-Петербург единственный в мире город, две команды которого в течение ряда лет неизменно являются призерами командного чемпионата мира по программированию. В 2008 г. победителями очередного 32-го ежегодного чемпионата мира по программированию среди сборных команд высших учебных заведений

стали студенты Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. Руководитель команды – декан факультета информационных технологий и программирования профессор Парфёнов В.Г. – лауреат Премии президента России в области образования; тренер команды, преподаватель СПбГУ ИТМО Андрей Станкевич – самый молодой в стране лауреат этой же премии. Все члены команды СПбГУ ИТМО – в прошлом выпускники известнейших в городе общеобразовательных школ (физико-математические лицеи № 239 и 366).

В 2004 г. в Лиссабоне (Португалия) на чемпионате мира в симуляционной футбольной лиге (Robo Cup-2004 Simulation 2D) команда студентов и аспирантов из Санкт-Петербурга, используя разработанных в СПбГПУ и СПИИРАН агентов-футболистов, заняла 1 место из более сотни участников и стала чемпионом мира. В 2005 г. команда программистов нашего города также успешно выступила в чемпионате мира на кубок роботов (RoboCup-2005, Simulation 2D), проходившем в Осаке (Япония), где заняла 4-е место, опередив команды многих ведущих университетов мира.

Залог успехов российских, в том числе петербургских программистов, кроется в их серьезной фундаментальной физико-математической подготовке, в их системном мышлении и глубоких знаниях теории алгоритмов и теории программирования, прикладной и вычислительной математики, выработанном умении и способностях быстро осваивать современные технологии программирования.

В Санкт-Петербурге фактически заложены основы индустрии разработки программных средств в России. В 1999 г. в нашем городе был учрежден Консорциум Форт-Росс, объединивший ряд компаний–разработчиков программного обеспечения. В сентябре 2004 г. после слияния с национальной ассоциацией разработчиков программного обеспечения организация изменила свое название на РУССОФТ. Сегодня РУССОФТ – некоммерческое партнерство, объединяющее ведущие IT-компании России, Украины, Белоруссии.

Основным правительственным органом, координирующим работы по развитию потенциала города в области информатики и ИКТ, является Комитет по информатизации и связи Администрации Санкт-Петербурга.

Начало конкретных работ по информатизации города можно отнести к 1989 г., когда группа сотрудников СПИИРАН, СПбГЭТУ и ряда других организаций в инициативном порядке приступила к разработке концепции информатизации города. В 1990 г. Комиссия по связи и информатике Ленсовета, законодательного органа города тех лет, объявила конкурс на создание концепции Ленинградского экономического региона. По результатам конкурса были отобраны лучшие проекты, в том числе и концепция, в создании которой участвовали СПИИРАН и СПбГЭТУ. На основе отобранных концепций специально созданной рабочей группой к 1991 г. была подготовлена «Обобщенная концепция информатизации Ленинградского экономического региона», одобренная Комиссией по связи и информатике тогдашнего Ленсовета.

Следующим документом подобного плана была «Концепция информатизации Санкт-Петербурга», утвержденная мэрией города в 1993 г. На базе этой концепции в 1995–1996 гг. были разработаны несколько вариантов программ информатизации города. К разработке программ (головными организациями при этом являлись НПО «Импульс» и СПИИРАН) были привлечены представители большинства научных, образовательных, проектных, производственных учреждений и административных органов. К сожалению, программы по независимым от разработчиков обстоятельствам так и остались проектами. Тем не менее, эта работа оказалась весьма полезной для консолидации усилий и выявления потенциальных возможностей и потребностей в информационных технологиях различных организаций и структур.

Продолжением и в определенной степени обобщением работ, направленных на создание концепций информатизации и стратегии развития города, является разработ-

ка концепции «Стратегия перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу». Эта работа выполнялась в 1998–99 гг. специально созданной рабочей группой в рамках проекта Программы INFODEV. В 1999 г. концепция была одобрена Постановлением Правительства Санкт-Петербурга. (Полный текст этого документа опубликован в пятом номере журнала «Информационное общество» за 2000 г.)

В Стратегии было дано определение информационного общества, сформулированы его отличительные признаки. Она содержит: исходные положения, в которые включены цели социально-экономического развития Санкт-Петербурга, краткий обзор некоторых национальных и международных программ перехода к информационному обществу и государственной политики информатизации Российской Федерации, а также оценка состояния информатизации Санкт-Петербурга на момент написания стратегии; стратегические цели, направления, задачи, и этапы перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу; основные стратегические принципы и первоочередные цели и задачи формирования информационного общества Санкт-Петербурга, а также механизмов обеспечения перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу.

Вопросы построения информационного общества отражены в Стратегическом плане Санкт-Петербурга, подписанном Губернатором города в декабре 1997 г. В рамках Стратегического плана была сформирована и успешно функционировала тематическая комиссия «Телекоммуникации и информатизация». Комиссия определила основную цель развития города в информационной сфере в условиях интеграции Санкт-Петербурга в мировое информационное пространство. Для реализации этой цели комиссия предложила ряд конкретных мер: создание современной информационной инфраструктуры, формирование информационной культуры населения, обеспечение доступа граждан (населения) к городским информационным ресурсам.

Основным общественным органом, координирующим в определенной степени работы в области информатизации в городе, является Научный совет по информатизации Санкт-Петербурга, созданный в 1994 г. и объединяющий представителей высшей школы, науки, производства и городской администрации. Общественными организациями, работающими в сфере информационных и телекоммуникационных технологий, являются также Санкт-Петербургское общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления, Объединенный научный совет по проблемам информатики, телекоммуникаций и управления при Президиуме Санкт-Петербургского научного центра РАН, секция по информационным технологиям Научно-технического совета при Правительстве города, Комиссия по связи, информатизации и транспорту в составе Общественного совета города, соответствующие отделения общественных академий и т. д.

В январе 2002 г. в Санкт-Петербурге было создано Партнерство для развития информационного общества на Северо-Западе России. Оно было организовано как межрегиональная общественная инициатива, призванная дополнить существующие государственные и негосударственные программы и инициативы, направленные на развитие различных составляющих информационного общества. Партнерство является самостоятельным сегментом Партнерства для развития информационного общества в России.

Особую роль в развитии информатики и информационных технологий в городе и в решении проблем информатизации сыграли и продолжают играть международные конференции «Региональная информатика» (председатель Организационного Комитета – Р.М. Юсупов, председатель Программного Комитета – Б.Я. Советов, ученый секретарь – В.П. Заболотский). Первая такая конференция была учреждена и проведена в 1992 г., до 2006 г. были проведены десять конференций, в решениях которых формировались наиболее острые проблемы теории и практики информатики и информатизации.

Стоит отметить, например, что еще на первых конференциях непосредственно с разработчиками законопроектов активно обсуждались первые рабочие версии гото-

вившихся в то время российских законов об информации и информатизации, о государственной и коммерческой тайне (семинары «Информационная безопасность», организатор М.А. Вус). Приобретенный опыт позволил в последующие годы петербургским ученым принять участие в разработке законопроектов для Межпарламентской Ассамблеи государств СНГ. Разработанный в СПИИРАН рабочей группой под руководством Р.М. Юсупова (В.П. Заболотский, В.Б. Наумов и др.) законопроект «Об информатизации, информации и защите информации» был принят МПА СНГ в 2005 г. как Модельный закон. В 2007 г. разработан проект Модельного закона «Об электронной торговле» для государств–членов Содружества Независимых Государств. Этот документ, принятый Ассамблеей СНГ к рассмотрению, представляет собой модель современной правоосновы для создания в государствах СНГ национальных законов об электронной торговле.

Конференции «Региональная информатика» стали буквально центром обсуждения и подведения итогов деятельности научной и научно-технической общественности города с широким участием представителей администрации. Материалы и труды конференции ежегодно публикуются в специальных сборниках, рассылаются заинтересованным организациям. Информационную поддержку оказывает также московский журнал «Информатизация и связь» (учредители Мининформтехнологий и ФСТЭК России), в его редакционном совете представлен ряд организаторов Санкт-петербургских конференций.

Существенный вклад в формирование информационного пространства города оказали также другие ставшие широко известными в стране конференции: «Информационная безопасность регионов России», «Методы и технические средства обеспечения безопасности информации», «Технологии современного общества – Интернет и современное общество» и т. д.

* * *

© *Игнатъев М.Б., Волкова В.Н.,
Куберская Н.А.*

50 ЛЕТ СЕКЦИИ КИБЕРНЕТИКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ДОМА УЧЕНЫХ РАН

Термин кибернетика, как известно, получил широкое распространение применительно к задачам управления в 50-е гг. прошлого века. Норберт Винер применил его для названия новой науки «об управлении в живых организмах и машинах». Однако далеко не все знают, что еще полутора веками ранее этот термин (от *«kiber»* – кормчий, рулевой, управляющий чем-то) был введен в научный оборот французским ученым Мари Ампером, избранным в число иностранных членов Императорской академии наук в Санкт-Петербурге. Из истории известно также, что в нашей стране кибернетика вначале не признавалась, ее называли сначала лженаукой, а позже несколько мягче – «художественным приемом».

Большую роль в становлении кибернетики как науки в Советском Союзе сыграли Совет по проблеме «Кибернетика» при Академии наук СССР, созданный в 1959 г. смелым адмиралом, академиком Акселем Ивановичем Бергом, и Секция кибернетики, которая была основана при Ленинградском Доме ученых имени М. Горького (ЛДУ) в 1956 г., когда кибернетика еще была гонима в традиционных научных кругах. Секция кибернетики при ЛДУ (ныне Секция кибернетики имени академика А.И. Берга) была создана Советом Дома ученых 14 ноября 1956 г. по предложению Л.П. Крайзмера, Л.В. Канторовича и А.М. Заездного. В постановлении Совета Дома ученых была подчеркнута прогрессивная роль кибернетики и вычислительной техники как важнейших факторов развития науки об управлении социально-экономическими и производственно-техническими системами и необходимость быстрого преодоления негативного отношения к кибернетике, сложившегося в нашей стране в начале 50-х годов. Совет поручил известному математику, доктору физико-математических наук (в последующем академику, лауреату Нобелевской премии по экономике) Леониду Витальевичу Канторовичу возглавить Секцию кибернетики. Следует отметить, что это решение не было случайным – и впоследствии именно ученые-экономисты внесли существенный вклад в развитие кибернетики. Л.В. Канторович возглавлял секцию немногим более года, а с начала 1958 г. её председателем стал Л.П. Крайзмер – доктор технических наук, профессор, автор ряда работ и публикаций (книг) по кибернетике. С 1996 г. по настоящее время секцию кибернетики возглавляет д.т.н. профессор М.Б. Игнатъев, лауреат Государственной премии СССР и премии Президента России.

Леонид Павлович Крайзмер руководил работой Секции кибернетики почти 40 лет. Он был душой секции, инициатором большинства ее начинаний. 29 мая 2002 г. Леониду Павловичу исполнилось бы 90 лет. К этой дате была издана «История Секции кибернетики Ленинградского Дома ученых». Секция кибернетики ЛДУ имени Горького фактически была первой общественной организацией страны в области пропаганды полезности идей кибернетики.

С самого своего основания Секция кибернетики ЛДУ стала своеобразным научно-методическим общественным центром в области кибернетики. Такое положение возникло в связи с тем, что секция была первой (хотя и общественной организацией), начавшей пропаганду кибернетики еще до создания Совета по кибернетике АН СССР и соответствующих научно-исследовательских институтов. Как известно, впервые с докладом о кибернетике перед Президиумом Академии Наук СССР выступил академик Аксель Иванович Берг, активно поддерживавший в нашей стране идеи кибернетики. Позднее, в 1959 г. был создан Совет по проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР. Этот Совет активно поддерживал все начинания Секции кибернетики. А.И. Берг лично интересовался работой секции, регулярно знакомился с планами ее работы, дважды выступал на ее заседаниях и даже свой 70-летний юбилей отмечал с активом секции в стенах Ленинградского Дома ученых. Позднее бюро секции и Совет Дома ученых приняли решение присвоить Секции кибернетики имя А.И. Берга.

При осмыслении факта возникновения первой секции кибернетики в СССР возникает много вопросов. Наряду с тем, что кибернетика официально не признавалась, в стране проводились большие работы как по созданию вычислительных машин (МЭСМ в Киеве, БЭСМ в Москве в 1953 г. и др.), так и по разработке систем управления, прежде всего баллистическими ракетами. Первая компьютерная система управления ракетами была создана в Ленинградском политехническом институте им. М.И. Калинина под руководством профессора Т.Н. Соколова на основе ферритовых элементов руками студентов. Эта система до сих пор надежно работает. Как известно, в 1949 г. имело место так называемое ленинградское дело, когда ряд видных деятелей города был репрессирован. Почему все же в Ленинграде, а не в Москве возникли условия, позволившие создать первую секцию по кибернетике? К каким последствиям в развитии науки привел запрет на кибернетику в СССР? Как эти последствия сказались через год, десять лет, пятьдесят лет? К чему привели 900 дней блокады Ленинграда? Ведь именно в Петрограде после революции возникли новые институты – радиевый и физико-технический, именно из Ленинграда были и И.В. Курчатов, и Ю.Б. Харитон и другие отцы атомного проекта. Хотелось бы глубоко понять логику развития науки и общества. Как охарактеризовать ситуацию в Ленинграде после войны, в сороковые годы, в начале пятидесятых годов? Вопросы, вопросы, вопросы...

За 50 лет существования Секции кибернетики было проведено более тысячи общесекционных и семинарских заседаний, в которых приняло участие свыше 50 тысяч ученых и специалистов. На заседаниях секции рассматривались фундаментальные проблемы кибернетики и информатики, теории систем и системного анализа, виртуальных миров и нанотехнологий. С докладами выступали известные отечественные и зарубежные ученые. За годы существования в работе секции приняли участие 30 академиков и членов-корреспондентов Академии наук СССР и АН Украинской ССР, Белорусской ССР, Грузинской ССР, а в последний период – и действительных членов и членов-корреспондентов Международной академии наук высшей школы, Международной академии информатизации, Академии информатизации образования и ряда других общественных академий. В числе выступавших с докладами на секции были крупные отечественные ученые, пользующиеся мировой известностью: А.И. Берг, Н.М. Амосов, П.К. Анохин, Л.А. Орбели, Н.П. Бехтерева, В.Н. Черниговский, Л.А. Тахтаджян, А.А. Воронов, Л.В. Канторович, Ж.И. Алфёров, В.М. Глушков, А.А. Ляпунов, А.А. Харкевич, Б.Ф. Ломов, А.Г. Ивахненко, А.М. Широков, В.В. Чавчанидзе и другие, а также всемирно известные ученые-кибернетики У.Р. Эшби (Англия), Дж. Райхман (США), К. Штайнбух (ФРГ).

В заседаниях секции и работе ее семинаров участвовало более 200 докторов наук, в числе которых ряд широко известных ученых: лауреат Ленинской премии В.М. Ахутин, Л.И. Гутенмахер, Г.В. Гершуни, директор Института нейрокибер-

нетики при Ростовском государственном университете А.Б. Коган, ректор ЛЭТИ Н.П. Богородицкий, известный лингвист и культуролог Ю.М. Лотман, философы Б.В. Бирюков и М.И. Сетров, петербургские исследователи впоследствии члены-корреспонденты РАН В.А. Якубович и Р.М. Юсупов, заведующий кафедрой вычислительной техники Московского энергетического института Г.К. Круг, кибернетик из Латвии Л.А. Растрин, а также Э.И. Гитис, Ф.Г. Старос, директор НИИ вычислительных комплексов М.А. Карцев, известный математик А.М. Яглом. Бывали на заседаниях и семинарах секции известный нейрофизиолог А.В. Напалков, один из первых исследователей проблемы распознавания образов М.М. Бонгард, И.М. Коган, теоретически исследовавший проблемы телепатической связи, а также многие другие доктора и кандидаты наук. Особо следует отметить междисциплинарный подход к анализу обсуждавшихся проблем. По результатам работы Секции получен ряд новых теоретических результатов в области развития кибернетики и теории систем, подготовлено и опубликовано множество статей, коллективных монографий и учебников.

В истории Секции кибернетики ЛДУ были и результаты, получившие высокие оценки на государственном уровне. Три работы, выдвинутые на заседаниях секции, были удостоены Государственных премий:

- в 1969 г. Государственная Премия СССР была присуждена за разработку малогабаритной ЭВМ «УМИ-НХ», осуществленной под руководством д.т.н. Ф.Г. Староса;

- в 1982 г. Государственная Премия СССР была присуждена коллективу, создавшему полнометражный научно-популярный фильм «Человек и робот»; авторами сценария этого фильма являлись члены секции д.т.н. профессор М.Б. Игнатъев и к.т.н. Л.П. Клауз.

- премия Президента России в области образования за 2003 г. была присуждена за комплекс инновационных разработок «Образовательные виртуальные миры Петербурга» коллективу Санкт-петербургских авторов в составе: С.И. Богданов, М.Б. Игнатъев, В.Н. Козлов, Б.И. Морозов, А.В. Никитин, А.А. Оводенко, Н.Н. Решетникова, В.Е. Романов, В.Т. Тозик, Е.Е. Юрков.

В феврале 1996 г. впервые Секция кибернетики Санкт-Петербургского Дома ученых пригласила академика В.И. Гольданского рассказать о вручении Нобелевской премии мира за 1995 г. Пагуошскому движению ученых. Так было положено начало Нобелевским чтениям в Доме ученых. Позже, в 2001 г., профессор М.Б. Игнатъев был избран председателем Петербургского отделения Российского Пагуошского комитета. Сегодня в связи с формированием мирового информационного общества роль и значение Секции кибернетики как общественного научно-методического и дискуссионного центра возрастает.

Во все годы своего существования Секция кибернетики Санкт-Петербургского (Ленинградского) Дома ученых РАН уделяла большое внимание работе с молодежью. С 1981 г. проводятся Международные конференции по школьной информатике и проблемам устойчивого развития, на которых выступают с докладами школьники и студенты. На юбилейной 25-й такой конференции в апреле 2006 г. участниками было сделано около 1000 докладов по различным аспектам информатики, программирования и применения компьютеров в различных сферах жизни. В 1991 г. при Секции кибернетики Дома ученых РАН была создана малая секция «Кибернетика–Информатика–Системный анализ (КИСА)» для школьников. Формы работы этой секции – доклады ученых и школьников, дискуссии, викторины, КВН. Идея создания КИСы принадлежала ученому секретарю Секции кибернетики Н.А. Куберской и директору ЛДУ Л.М. Анисимовой. Научным руководителем секции является д.э.н., профессор, заслуженный работник высшей школы РФ В.Н. Волкова. За 15 лет через КИСу прошло несколько поколений школьников, благодаря чему многие из них более обдуманно выбрали вуз, в последую-

шем стали специалистами по различным направлениям (техническим, экономическим, юридическим, педагогическим), поступили в аспирантуру.

Ежегодно уже на протяжении четверти века в Санкт-Петербурге (Ленинграде) проводится уникальная конференция, на деле сыгравшая большую роль в распространении знаний по информатике, вычислительной технике и автоматизации различных видов человеческой деятельности, явившаяся инициатором первого принятого в апреле 1985 г. государственного постановления по широкому внедрению средств вычислительной техники и информатизации образования.

Первые конференции по школьной информатике зародились на базе Ленинградского Дома научно-технической пропаганды (преемником которого является ныне Санкт-Петербургское общество научно-технических знаний, исполнительный директор – Т.В. Баскина), их проведение инициировал Ленинградский институт авиационного приборостроения (ныне Санкт-Петербургский государственный университет авиационного приборостроения). У истоков конференции стояли ныне покойные академик А.П. Ершов, чемпион мира по шахматам М.М. Ботвинник и другие известные ученые и специалисты. За годы ее существования через школу конференций «Школьная информатика и проблемы устойчивого развития» прошло свыше 15 тысяч учащихся, школьников и студентов, многие из которых, окончив профильные вузы, составляют сегодня основной костяк специалистов по информационным технологиям в Северо-Западном регионе России.

С 1981 г. в число организаторов всех состоявшихся конференций входят д.т.н., профессор, лауреат Государственной премии СССР и премии Президента России в области образования М.Б. Игнатъев, доцент СПбГУАП Н.Н. Бровин, лауреат премии Правительства России в области образования, к.т.н. М.А. Вус. Непосредственное участие в организации и проведении этой формы работы с учащейся молодежью принимает актив Общества научно-технических знаний: педагоги, ученые, представители деловой общественности.

За годы существования конференции вокруг нее сложился неформальный творческий коллектив, наиболее активными членами которого являются главный специалист Комитета по образованию СПб И.Ф. Базлов, депутат Муниципального совета, директор школы № 1 города Тосно Ленинградской области Г.Н. Бровина; преподаватели санкт-петербургских гимназий к.п.н. С.И. Горлицкая и Е.В. Кочеткова; д.т.н., профессор РГПУ И.А. Румянцев; заведующая кабинетом информатики ЛОИРО В.Г. Савицкая; преподаватель физико-математического лицея Е.П. Смолянинова; методист УО города Гатчина Ленинградской области Г.С. Фролова; д.ф.м.н., декан физического факультета СПбГУ А.С. Чирцов. Накоплен уникальный опыт воспитательной работы и распространения научных и технических знаний.

Каждая проводимая конференция имеет тематическое посвящение знаменательным памятным датам в истории как нашей страны, так и мировой науки. Работа «Комплекс инновационных разработок и технологий обучения для информатизации образования на базе подготовки и проведения цикла конференций по школьной информатике и проблемам устойчивого развития в Санкт-Петербурге и Ленинградской области» выдвигалась на соискание премии Президента России в области образования и научной премии Губернатора Ленинградской области в 2001 и в 2005 гг. соответственно.

50 лет назад на кибернетику возлагались большие надежды. Сегодня можно попытаться подвести некоторые итоги, взглянуть на то, в какой степени эти надежды оправдались. Отношение к кибернетике в мире и нашей стране менялось – от полного отрицания в СССР в начале 50-х гг. до восторженного поклонения в 60–70-е гг., до забвения в 80-е гг. и возрождения интереса в 90-е гг. и широкого распространения в наше время терминов «киберпространство» и «кибер». Но принципиально суть за-

ключается в необходимости понять: распространяются ли принципы кибернетики на все сферы науки, или только на биологию, технику и экономику.

В свое время Н. Винер остановился перед физикой, как перед священной коровой, и принципы кибернетики во второй половине XX в. обошли физику стороной. За это человечество расплачивается экологическим кризисом, так как используемые людьми технологии базируются на сильных воздействиях – высоких температурах, давлениях, напряжениях. Именно эти технологии привели к созданию атомной бомбы и мощных энергоемких производств и породили современный экологический кризис. Только в конце XX в. началось осознание этого факта, и появилась кибернетическая физика, в рамках которой развиваются попытки построить новые модели атомов и молекул с использованием феномена управления.

Если широко понимать кибернетику, то она включает фактически информатику и вычислительную технику, а за последние 50 лет параметры ЭВМ улучшились в миллион раз, что привело к широкому их распространению, прежде всего в финансовой сфере. Ведь деньги – это своеобразная информация, специфическая, но не более чем информация, поэтому именно в финансовой сфере эффект от применения компьютеров и вычислительных сетей наибольший. Важно и то, что основным инвестором в развитие вычислительных систем и сетей были и остаются именно финансовые структуры.

Сегодня можно с уверенностью утверждать, что экономические трудности Советского Союза во многом были связаны с недооценкой роли денег, более того – имел место взгляд, что деньги отомрут, и последствия неразвитости финансовых структур мы в России пожинаем до сих пор. Возникли кредитные карточки, которые позволили ускорить оборот денег в десятки раз, появились электронные деньги, миллионы людей получили возможность принимать участие в финансовой деятельности на биржах. Так, если в 1950 г. активное участие в биржевой игре принимали тысячи человек, то в 2000 г. в биржевых операциях принимали участие уже многие миллионы людей через компьютеры, связанные в сети.

Объем виртуальных торгов международного финансового капитала превысил сегодня триллион долларов и превосходит сумму национальных бюджетов всех стран. Имеются различные точки зрения на оценку этого события – и положительные и отрицательные. Прежде всего нужно отметить, что многократно возросла опасность глобального кризиса, последствия которого могут превзойти опасность от применения ядерного оружия, и вследствие этого вопросы управления финансовыми потоками выйдут на первый план.

Появление гигантского международного финансового капитала, циркулирующего в глобальных сетях, является основным итогом XX в. Чтобы подчеркнуть важность этих вопросов для развития человечества, в 1969 г. была утверждена специальная Нобелевская премия в области экономики. По ежегодно присуждаемым Нобелевским премиям в области экономики можно проследить развитие методов моделирования сложных кибернетических систем, каковыми и являются финансовые структуры. Держателями финансовых ресурсов являются люди, подверженные различным влияниям и настроениям. Все мы видим, как любое событие в мире сразу же отзывается на котировке акций, движении капиталов и других финансовых показателях. В этом плане очень интересна работа Дэниела Канемана по анализу влияния интуитивного поведения людей на финансовые операции, удостоенная Нобелевской премии по экономике за 2002 г.

Важным достижением современности представляется открытие феномена адапционного максимума в развивающихся системах. Любая система взаимодействует с окружающей промышленной, торговой и финансовой средой, эта среда непрерывно меняется, и предпринимательской системе приходится выживать в потоке перемен. Успешность выживания и развития предпринимательской системы зависит от ее адап-

тационных возможностей, а пик этих возможностей находится в зоне адаптационного максимума, который зависит от ограничений, наложенных на систему. Отсюда вытекает стратегия управления предпринимательской системой: она должна управляться таким образом, чтобы удерживать её в зоне адаптационного максимума в потоке перемен, – это если мы хотим её сохранить. Если мы хотим её разорить, то нужно так влиять на систему, чтобы увести её из зоны адаптационного максимума.

В качестве наглядного примера можно рассмотреть модель предпринимательской системы, состоящую из семи блоков, где первый блок – персонал фирмы, второй блок – пассионарность, направленность действий этого персонала, третий блок – территория, реальная или виртуальная, занимаемая фирмой, четвертый блок – производство, то есть основная деятельность фирмы (производство тех или иных товаров или услуг), пятый блок – экология и безопасность, шестой блок – финансы фирмы в разных видах, шестой блок – внешние связи фирмы с другими фирмами, банками, структурами. Каждый из блоков характеризуется своими параметрами, которые определяются решениями, принимаемыми руководством фирмой. В случае правильных решений, эти параметры таковы, что фирма хорошо приспосабливается к потоку изменений и успешно развивается, находится в зоне адаптационного максимума (как говорят американцы, имеет место *«sustainable development»*). В случае неправильных решений руководства, даже небольшие изменения во внешних условиях существования фирмы, могут фирму погубить, что мы неоднократно и наблюдаем – в мире гибнет свыше четырех фирм из пяти. Применение кибернетики на основе использования компьютеров позволяет повысить жизнеспособность фирм и снизить риск их гибели.

Успехи современной науки со времен Ньютона неоспоримы, но чем энергичнее внедряются ее результаты в виде различных машин и технологий во все сферы жизни, тем явственнее проступают ее недостатки. Один из главных недостатков заключается в том, что современные технологии рассчитаны на использование больших количеств энергии и материалов, на использование больших давлений, напряжений, усилий, температур и т. д., что приводит к загрязнению окружающей среды, исчерпанию источников энергии и материалов, гибели живой природы – то есть к тому, что называют экологическим кризисом.

Истоки этих недостатков лежат в самой парадигме современной науки, ее деятели слишком часто пользовались бритвой Оккама, срезая как все лишнее и слишком упрощая проблемы. В итоге сложилось стремление к «гениальной» простоте, физика заполнилась формулами из трех букв вроде закона Ома. И если это было простительно в докомпьютерный век, то с появлением мощных компьютеров, которые буквально входят в каждый дом, неоправданное упрощение недопустимо; недопустимо пренебрежение тонкими сущностями.

Информатика имеет дело со слабыми сигналами, которые могут управлять большими процессами. *«Слабое человеческое слово способно приводить в действие мощные армии»*. Информатизация всех отраслей человеческой деятельности – это прежде всего выявление возможностей управления с помощью слабых сигналов, слабых по мощности, температуре, напряжению. Но для того чтобы управлять системами, необходимо иметь новые модели различных процессов, в сами эти модели должна быть заложена возможность информационного управления. В этом сущность процесса информатизации. Обычно под информатизацией понимается процесс внедрения новых информационных технологий, прежде всего компьютерных и телекоммуникационных, в различные сферы социально-экономической жизни, но одного этого недостаточно.

С появлением квантовой механики возникло мнение о том, что единого подхода в науке вообще быть не может. Это мнение было отражено в высказывании одного из основоположников квантовой механики Нильса Бора, который заявил, что описать процессы, протекающие в природе, с помощью одного языка невозможно. Необходимы

разные описания, в каждом из которых яснее проявляются те или иные особенности изучаемого явления. То есть наука – это полилингвистическая система, где одновременно существуют и развиваются множества языков.

С одной стороны, это правильно, но с другой стороны существует универсальная знаковая система – естественный язык, который может быть единой основой описания единой природы, которую люди для простоты изучают в рамках отдельных специальностей. Но, как говорят, иная простота хуже воровства, сложившаяся фрагментарная картина мира уже не устраивает людей, и наблюдается мощная тенденция интеграции наук, и основой этой интеграции может быть структура естественного языка, который является мощной моделирующей системой.

Подводя итог вышеизложенному, отметим, что и сегодня Секция кибернетики имени А.И. Берга в Санкт-Петербурге при Доме ученых имени М. Горького РАН продолжает играть важную роль в организации междисциплинарных исследований и в дискуссиях, которые так нужны современному обществу

* * *

© Игнатъев М.Б., Вус М.А.

ШКОЛЬНОЙ ИНФОРМАТИКЕ В ЛЕНИНГРАДЕ (САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ) – ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА

*«Исследование питает образование, а преподавание
необходимо для того, чтобы факел науки переходил
от предыдущего поколения к последующему»*

Луи де-Бройль

С 1981 г. в Санкт-Петербурге (Ленинграде) ежегодно проводится уникальная конференция, последнее десятилетие носящая название «Школьная информатика и проблемы устойчивого развития», на деле сыгравшая большую роль в информатизации образования, распространении знаний по информатике, вычислительной технике и автоматизации различных видов человеческой деятельности. Конференция по школьной информатике зародилась на базе Ленинградского Дома научно-технической пропаганды. У ее истоков стояли ныне покойные академик А.П. Ершов (председатель оргкомитета первой конференции «Школьная информатика»), академики А.А. Воронов, Н.Н. Моисеев, А.А. Самарский, член-корреспондент АН СССР С.С. Лавров, чемпион мира по шахматам, доктор технических наук М.М. Ботвинник и другие известные ученые и специалисты.

Конференции по школьной информатике во многом явились ответом на вызов времени. Быстрое развитие компьютерных технологий, с одной стороны, стало благом для человечества, создав невиданные ранее возможности, но, с другой стороны, породило множество проблем, и в частности в сфере образования. Ввиду быстрого прогресса в области информационных технологий, который проявился как в совершенствовании самих компьютеров, программного обеспечения и средств телекоммуникации, так и в технологиях их использования для автоматизации различных видов человеческой деятельности, остро встал вопрос о распространении знаний на всех уровнях – от фундаментальной науки через вузы до средней школы. При этом возникла необходимость вооружить молодых людей глубокими фундаментальными знаниями в области информатики, научить непрерывно пополнять их, быстро ориентироваться в изменяющихся условиях.

Уже первые конференции, пропаганда и популяризация в школах знаний по информатике дали возможность накопить богатый эмпирический материал для совершенствования системы образования в области информатики, что позволило организаторам конференции выступить с инициативой о необходимости принятия государственным органом СССР постановления по широкому внедрению средств вычислительной техники для информатизации образования. После выхода в марте 1985 г. постановления ЦК КПСС и СМ СССР «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся»

ся средних учебных заведений и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс» дисциплина «информатика» из разряда факультативных стала обязательным школьным предметом.

В Ленинграде растет количество специализированных физико-математических и математических школ, расширяется круг учебно-производственных центров, курсов и кружков, в которых появилась возможность знакомства с ЭВМ и основами программирования. На базе ряда вузов города была организована и осуществлена подготовка учителей информатики для средних школ. В учебное расписание передовых специализированных школ естественным образом вошли лекции, семинары и лабораторные занятия. К преподаванию в школах, учебно-производственных комбинатах подключились специалисты из вузов, научных учреждений и производства. Появилось такое учебное направление как «профориентация», связанное с необходимостью знакомства с новыми профессиями, освоением новой техники. В этой работе принимал самое активное участие профессор М.Б. Игнатъев, являвшийся руководителем отделения общества «Знание» в Ленинградском институте авиационного приборостроения (ЛИАП), позже возглавивший оргкомитет конференции «Школьная информатика». Активной пропагандой научно-технических знаний через Ленинградское отделение Всесоюзного общества информатики и вычислительной техники занимались профессор Ленинградского педагогического института И.А. Румянцев, организатор и руководитель первых городских учебных практикумов для учащихся физико-математических школ, проводившихся в государственном университете, М.А. Вус, руководитель кружка «Друзья компьютера» в Ленинградском Доме научно-технической пропаганды Н.Н. Бровин и другие.

Как писала о конференции в 1983 г. ленинградская газета «Смена», программа проведения конференции «Школьная информатика» дает возможность одновременно встретиться в роли участников как докладчикам, так и слушателям: *«и школяру в красном галстуке, и маститому академику»*. Именно это дало возможность задействовать эффективную систему обратных связей, позволяющую при рассмотрении учебно-методических вопросов анализировать и учитывать мнения не только преподавателей, но и школьников и студентов, а также оценивать сделанное, устанавливать и поддерживать дружеские и профессиональные связи, и в итоге – совершенствовать учебный и воспитательный процесс. В городе сложилась по-своему уникальная система распространения научных и научно-технических знаний. Регулярно проводимые конференции дают возможность их участникам, прежде всего учащимся, получить из первых рук, из докладов ученых свежие идеи о развитии информационных технологий и их применении, обменяться опытом преподавателей и специалистам, сделать доклады о своих разработках школьникам, студентам и аспирантам.

Ежегодно проводимые в Ленинграде конференции стали важным интегрирующим элементом распространения знаний по информатике и обмена опытом преподавания этой дисциплины в нашей стране. В их работе принимали участие представители со всего Союза. Делегации преподавателей, школьников и студентов из Ленинграда выезжали в другие города. Первый этап информатизации школьного образования отличался необычайным разнообразием подходов и парка используемых при этом ЭВМ. В рамках секции работников народного образования на конференции происходили обсуждение и обмен опытом. Участниками конференций регулярно рассматривались практические вопросы организации и внедрения вычислительных кабинетов в учебный процесс школ и педагогических институтов. Обсуждались возможности и пути внедрения новых информационных технологий в образовании, представлялся опыт работы Академии Наук в школах, обсуждались авторские педагогические программы и методики и пр.

За более чем четвертьвековой период своего существования санкт-петербургские (ленинградские) конференции, выступив своеобразной формой организационно-ин-

теграционных инноваций, сыграли важную роль в распространении знаний по информатике, вычислительной технике и автоматизации различных видов человеческой деятельности и явились действенной формой обмена опытом между преподавателями вузов и учителями школ. При этом организаторы конференции опирались на инновационные разработки ученых и педагогов – участников конференций и стимулировали развитие новых технологий обучения. По мере развития ЭВТ и процессов информатизации тематика докладов участников конференции претерпевала изменения, откликаясь на проявляющиеся инновации. Если среди тематических направлений первых конференций превалировали вопросы программирования, то с годами все более заметное место стали занимать вопросы состояния и перспектив информатизации, социально-гуманитарные аспекты информационного общества, тематика информационного права и информационной безопасности.

В 90-е гг. в рамках конференций широко обсуждались системные разработки задач информатизации образования в средней школе, педагогическом вузе и аспирантуре как едином образовательном пространстве. Такие работы проводились в рамках федеральной программы «Информатизация образования», заданной в 1993 г. Решением Коллегии Министерства образования Российской Федерации. На основе данной системотехнической разработки была сформирована методология информационного проектирования учебного процесса в педагогических макросистемах. В 1997 г. под аналогичным названием вышло в свет учебное пособие.

За годы существования конференции сложился неформальный творческий коллектив, накоплен уникальный опыт воспитательной работы и распространения научных и технических знаний. В состав оргкомитета конференции вошли энтузиасты, активно занимавшиеся шефской работой со школьниками, руководившие кружками, клубами, олимпиадами, учебными практикумами. С 1981 г. в число организаторов всех состоявшихся конференций входят д.т.н., профессор, лауреат Государственной премии СССР и премии Президента России в области образования М.Б. Игнатьев, доцент СПбГУАП Н.Н. Бровин, лауреат премии Правительства России в области образования, к.т.н. М.А. Вус. Непосредственное участие в организации и проведении этой формы работы с учащейся молодежью принимает актив Общества научно-технических знаний – педагоги, ученые, представители деловой общественности.

Многие годы большую работу по пропаганде знаний в области информатики среди школьников проводят: специалист Комитета по образованию СПб И.Ф. Базлов, заведующая кабинетом информатики ЛОИРО В.Г. Савицкая, методист УО города Гатчина Г.С. Фролова и директор школы, депутат Муниципального совета города Тосно Г.Н. Бровина. Инициативно и плодотворно работают школьные преподаватели: к.п.н. С.И. Горлицкая (гимназия № 470); Е.В. Кочеткова (гимназия № 344); Е.П. Смолянинова (лицей № 239). Много внимания уделяют шефской работе с учащимися д.т.н., профессор РГПУ И.А. Румянцев и декан физического факультета СПбГУ А.С. Чирцов и многие другие.

Вопросы, поднимавшиеся на конференциях, послужили основой для многих методических разработок, например, стандартов по информатике для петербургских школ, формирование городской целевой программы «Информатизация образования», экспериментальных программ для школ и центров информатизации образования. Едва ли не впервые на Санкт-Петербургских конференциях подняли вопрос о необходимости формирования информационной и информационно-правовой культуры у обучающихся. Опыт и результаты проведенных конференций оказали влияние на становление учебного цикла дисциплин по информатике в педагогическом вузе и других вузах города. В последние годы среди обсуждаемых на конференциях вопросов все явственнее проявляются аспекты, затрагивающие проблемы информационной безопасности учащихся в инфокоммуникационной среде.

На определенном этапе активную поддержку работе, проводимой в Санкт-Петербурге, оказывала Федеральная целевая программа «Интеграция». Организаторы и участники Санкт-петербургских конференций явились исполнителями ряда проектов в рамках ФЦП «Интеграция»; ими был подготовлен и выпущен ряд публикаций: коллективная монография «Информационное общество: Информационные войны. Информационное управление. Информационная безопасность» (под редакцией М.А. Вуса в 1999 г.), сборник статей «Информатика для устойчивого развития» (под редакцией М.Б. Игнатьева в 2002 г.) и др.

Как и было задумано изначально, участие педагогов и учащихся в ленинградских конференциях определяет переориентацию преподавания от репродуктивного, нацеленного на воспитание воспроизводящего мышления, к проблемному, направленному на развитие познавательных потребностей обучающихся. В процессе своей научно-исследовательской, учебно-методической и производственной деятельности члены авторского коллектива – организаторы и руководители конференций по школьной информатике приоритетное внимание уделяют следующим направлениям:

- поиску путей и форм совершенствования механизмов государственной образовательной политики, направленной, прежде всего, на развитие способностей личности учащихся с учетом их индивидуальных особенностей;
- оказанию непрерывной консультативно-методической помощи руководителям системы народного образования города и области, преподавателям вузов и учителям школ;
- подготовке и внедрению авторских вариативных учебно-воспитательных программ, направленных на развитие природных задатков и творческих способностей учащихся и студентов;
- обобщению авторских технологий педагогов-новаторов, работающих в ряде школ города и области (прежде всего, специализированных), ставших базовыми для настоящей работы;
- обобщению, распространению опыта, поиску путей и форм поощрения и поддержки лучших учащихся, студентов, педагогов-новаторов.

Вся история конференции связана с преобразованиями в системе образования и в жизни нашей страны. Каждая проводимая конференция имеет тематическое посвящение знаменательным памятным датам в истории как нашей страны, так и мировой науки. В начале своего существования, в 80-х годах ленинградская конференция «Школьная информатика» носила статус Всесоюзной. Затем, вследствие произошедших политических событий, география конференции резко сузилась и конференция на какое-то время практически получила статус Городской. Однако в последние годы нарушенные связи начали восстанавливаться. Использование современных коммуникационных Интернет-технологий дало возможность проводить секции конференции в дистанционном режиме. Вследствие этого конференция раздвинула прежние рамки, включив в себя зарубежные секции в распределенном режиме, и стала Международной. Участники таких секций активно осваивают новые коммуникационные технологии. Одновременно расширился и круг участников конференций в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.

Работа с учащимися и студентами по подготовке и отбору докладов на конференцию проводится непрерывно, сама конференция при этом является лишь «вершиной айсберга». В последние 5 лет ежегодно количество только школьников и студентов – участников конференции превышает 1000 человек, при этом заявляется более 500 докладов.

Рекордной по числу участников стала 25 юбилейная конференция, проходившая в 2006 г. На нее было заявлено около 1000 докладов школьников и студентов по различным аспектам информатики, программирования и применения компьютеров в раз-

личных сферах жизни. С неменьшей активностью прошли 26 и 27 конференции, на которых были представлены также результаты работ по компьютерному социолого-педагогическому мониторингу образовательного процесса, проведенных инициативным коллективом петербургских ученых (к.п.н. Ходаков А.И., д.пс.н. В.Е. Семенов и к.т.н. Вус М.А.) с участием студентов вузов в образовательных учреждениях города и области. Эти работы, получившие поддержку городских Комитетов по науке и образованию, весьма актуальны с позиций информационно-аналитической поддержки осуществляемого в стране национального проекта «Образование». Многие учащиеся и студенты – участники конференций по школьной информатике впоследствии становились лауреатами конкурсов «Гранты Санкт-Петербурга» для молодых ученых, победителями конкурсов Минобразования, обладателями других престижных премий, высококвалифицированными специалистами.

Особенностью Санкт-Петербургской конференции по школьной информатике явилось то, что вопросы содержательной наполненности информационных образовательных технологий решаются за счет введения в рассмотрение проблематики устойчивого развития. С 1994 г. после выхода в свет Указа Президента Российской Федерации «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» наша конференция стала еще и конференцией по проблемам устойчивого развития, с включением в программу широкого спектра вопросов устойчивого развития человека, семьи, предприятия, города и региона.

Большая группа отечественных ученых рассматривает устойчивое развитие как основу новой парадигмы развития России, которая включает в себя баланс социальной, экономической и экологической составляющих, анализ конфликта межгосударственных интересов в борьбе за территориальный, ресурсный, экологический резерв и рынки сбыта, геополитические аспекты глобальных изменений, вопросы экономической, финансовой, демографической и территориальной безопасности. При этом главный вопрос заключается в том, успеют ли социум и Россия реализовать принципы устойчивого развития. Одна из моделей, построенная на основе комбинаторного моделирования, базируется на выявленном свойстве многомерных систем с неопределенностью, на открытом М.Б. Игнатьевым наличии адаптационного максимума в развивающихся системах. В соответствии с этой моделью устойчивое развитие возможно только в зоне адаптационного максимума.

Характерное для современного мира быстрое усложнение условий, средств и целей делает необходимым соответствующее наращивание усилий людей для формирования динамичного культурного основания все более сложных решений, выработки новых смыслов, предотвращения катастрофической дезорганизации, распада единства многообразия. Большой вопрос: «Насколько человеческое общество может быть разумным?» – во многом зависит от эффективности систем образования и воспитания. Сегодня много говорят об экологической опасности и техногенных катастрофах, их преодоление лежит в русле выработки новой научной парадигмы. Если принять во внимание, что глобальной целью информатизации является обеспечение устойчивого развития на различных уровнях, то это придает более четкий смысл информатизации.

В рамках ежегодных Санкт-Петербургских конференций широко освещаются различные аспекты проблемы устойчивого развития. Лозунгом самой конференции стало утверждение «Информатика для устойчивого развития». Последнее исключительно важно как для гуманизации практических применений достижений информатики, так и для характеристики содержательной стороны образовательной направленности тематики конференции, которая – особенно в последние годы – носит ярко выраженную гуманитарную, культурологическую направленность. Этим, в частности, объясняется появление в программах конференций, предложенных авторами и апробированных в

учебных курсах, вопросов информационной безопасности и защиты информации, что в настоящее время нашло отражение в новых образовательных стандартах.

Сегодня компьютерные системы стали неотъемлемой частью глобального социокультурного цикла и непосредственно влияют на устойчивость социально-экономических процессов. Использование ЭВМ позволяет моделировать поведение сложных систем, проверять последствия принимаемых решений на различных интервалах времени и выбирать лучший вариант в условиях ограниченных ресурсов. Вместе с тем следует иметь в виду, что информатизация и средства массовой информации могут использоваться и для прямо противоположных целей, для расшатывания ситуаций, что может вести к катастрофам различного масштаба. С учетом этого все более заметное место в программах конференций занимают вопросы информационного права, прав человека, информационной безопасности как показателя информационной культуры общества.

Постоянно в центре внимания организаторов и участников конференции находятся практические вопросы информатизации образования в регионе, по ним ведутся оживленные дискуссии. Итогом ряда дискуссий явились разработка при участии актива оргкомитета конференции и принятие в разные годы управленческими структурами ряда концептуальных документов, таких, например, как «Концепция Информатизации Санкт-Петербурга (Программа на 1993–2000 гг.)»; Городская целевая программа «Информатизация образования» (1990–1995 гг.); «Корпоративная информационная система образования Санкт-Петербурга» и др.

За прошедшие годы из тысяч учащихся, прошедших своеобразную школу приобщения к знаниям и творчеству в рамках этих конференций и успешно окончивших впоследствии профильные вузы, сформировался нынешний костяк специалистов по информационным технологиям, которые работают в Северо-Западном регионе. Многолетний труд коллектива энтузиастов снискал высокую оценку. Работа «Комплекс инновационных разработок и технологий обучения для информатизации образования на базе подготовки и проведения цикла конференций по школьной информатике и проблемам устойчивого развития в Санкт-Петербурге и Ленинградской области» выдвигалась на соискание премии Президента России в области образования и научной премии Губернатора Ленинградской области в 2001 и 2005 гг.

* * *

*«Я предчувствую, что россияне когда-нибудь,
а может быть, при жизни нашей
пристыдят самые просвещенные народы
успехами своими в науках, неутомимостью в трудах и
величием твердой и громкой славы»*

Петр Первый

Ч А С Т Ь II

ДОСТИЖЕНИЯ НАУЧНЫХ ШКОЛ И КОЛЛЕКТИВОВ

**Развитие информационной техники и теории управления
в Политехническом институте в первой половине XX века**

**Из истории отделения информатики математико-механического
факультета Санкт-Петербургского университета**

**Научная школа по теоретической кибернетике В.А. Якубовича
в Санкт-Петербургском (Ленинградском) университете**

**Научно-педагогические школы СПбГЭТУ в области систем и средств
автоматического управления и обработки информации**

**О развитии кибернетики и информатики в Государственном
университете аэрокосмического приборостроения**

**Вклад Балтийского государственного технического
университета «Военмех» им. Д.Ф. Устинова
в развитие информатики и кибернетики**

**Информатика и кибернетика в работах Ленинградского института
информатики и автоматизации АН СССР (1974–1990 годы)**

**История развития кибернетики и информатики
в Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского (1941–2006 годы)**

**ФГУП «НПО «Импульс» и информационно-вычислительные системы
управления сложными объектами**

Кибернетические исследования и разработки в ОАО «НПП «РАДАР ММС»

**Прикладные исследования и разработки ЦНИИ «Электроприбор»
в области автоматического управления**

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ В ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

Для понимания событий, о которых пойдет речь, следует вспомнить основные вехи истории Политехнического института, который был основан в 1899 г., а свою работу начал в 1902 г. в составе четырех образованных в его структуре отделений: одного экономического и трёх технических (кораблестроительного, металлургического и электромеханического). В последующем состав отделений менялся, а с 1918 г. они были переименованы в факультеты.

С 1930 по 1934 г. Ленинградский политехнический институт был разделён на ряд самостоятельных отраслевых институтов, в частности, Электромеханический факультет стал Ленинградским электромеханическим институтом (ЛЭМИ), а Физико-механический факультет – Физико-механическим институтом. Единый институт был воссоздан в 1934 г. и получил новое название: Ленинградский индустриальный институт (ЛИИ); прежнее имя – ЛПИ имени М.И. Калинина – было возвращено ему в 1940 г. В годы перестройки Политехнический институт стал техническим университетом, затем он получил нынешнее имя: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Разумеется, на наименовании института сказывались и все переименования города.

В годы, когда создавался Петербургский политехнический институт, информационная область техники была ещё слабо развита. Поэтому неудивительно, что создававшийся институт был ориентирован исключительно на материальное производство и энергетику. Это видно даже из названий его первых технических отделений. Нужно сказать, что энергетическая ориентация сохранилась и сейчас; так, в газете «Политехник» от 20 марта 2008 г. можно прочесть: *«Ректор подчеркнул, что лицо Политехнического университета – энергетика...»*.

Однако уже в первые годы существования института стали появляться ростки информационной техники – таково было требование времени в начале XX в. Один из организаторов Политехнического института, знаменитый кораблестроитель Алексей Николаевич Крылов (позже, в 1916 г. избранный академиком) уже в 1904 г. разрабатывал свой дифференциальный анализатор, а в 1911–1914 гг. испытывал и улучшал его. В американской литературе, заметим, создателем дифференциального анализатора считают Ванневару Буша, построившего механический вариант такого устройства только в 1931 г.

Яркой личностью был Александр Алексеевич Чернышёв, окончивший Электромеханическое отделение Политехнического института в составе первого выпуска 1907 г. (в 1932 г. он стал академиком). А.А. Чернышев руководил Техническим отделом Ленинградского физико-технического института, который при его непосредственном участии был преобразован в Ленинградский электрофизический институт (ЛЭФИ). Он же курировал создание Института телемеханики (НИИТ), выделившегося в конце 1932 г. из ЛЭФИ (в 1935 г. НИИТ был переименован во Всесоюзный НИИ

телевидения). Телемеханика, по-видимому, явилась одной из первых областей (после электрической связи), внёсших впоследствии свой вклад в кибернетику. Что же касается Чернышёва, то его имя ещё неоднократно будет упомянуто в моем рассказе.

Выпускник Электромеханического отделения 1913 г. Александр Александрович Солодовников с 1914 г. работал в Военно-морском отделе завода Эриксона (впоследствии «Красная заря»). Он разрабатывал электромеханические автоматы для решения математических задач и приборы для синхронной передачи движения на большие расстояния, в частности для синхронного перемещения артиллерийских орудий. Он также принимал участие в организации НИИ телемеханики.

В 1928/1929 учебном году А.А. Солодовников сделал доклад на семинаре студенческого научного кружка Электромеханического факультета ЛПИ с примечательным названием «Телемеханика как наука». Это была своевременная заявка (телеуправление и телеметрия в энергосистемах начали применяться всего за несколько лет до этого, в 1921–1922 гг.). Имеются сведения о том, что А.А. Солодовников организовал в Политехническом институте специализацию по телемеханике.

Поскольку А.А. Солодовников, в отличие от своих однофамильцев, сегодня незаслуженно практически полностью забыт, имеет смысл привести библиографические данные о книжных публикациях, свидетельствующие о его вкладе в науку: Солодовников А.А. «Элементы телемеханики. Реле и синхронные передатчики». Л.: КУБУЧ, 1931. 202 с. (Отпечатано на стеклографе ЛИТМО), Солодовников А.А. и Арутюнов В.О. «Телеметрические устройства. Конспект части лекций». Л.: ЛЭМИ, 1934. 83 с. (Отпечатано на стеклографе), Солодовников А.А. «Основы телемеханики и автоматики». Л.: КУБУЧ, 1935. 404 с., Солодовников А.А. «Основные методы селектирования в телемеханике». Л.-М.: Оборонгиз, 1939. 116 с.

В том же выпуске электриков 1913 г. окончил политехнический институт другой энтузиаст телемеханики – Марк Львович Цуккерман. Он преподавал в ЛЭМИ до 1932 г., затем перешёл в ЛЭТИ, где участвовал в организации кафедр телемеханики и автоматики. М.Л. Цуккерман был также первым директором созданной в 1929–1930 гг. Отраслевой лаборатории измерений (ОЛИЗ), давшей стране ряд оригинальных разработок в области телеметрии.

Работы Цуккермана и Солодовникова были продолжены выпускниками ЛЭМИ Лавром Николаевичем Штейнгаузом, Константином Борисовичем Карандеевым, Валентином Осиповичем Арутюновым, Андреем Владимировичем Фремке и Верой Владимировной Ковалевской. Все они – выпускники специализации, возглавлявшейся Е.Г. Шрамковым (в настоящее время это – кафедра Измерительных информационных технологий факультета технической кибернетики, руководит ею Галина Фёдоровна Малыгина).

В 1934 г. В.О. Арутюнов создал в ЛЭМИ лабораторию телеизмерений, в 1940 г. защитил кандидатскую диссертацию по телеизмерительной тематике. А.В. Фремке с 1949 по 1978 гг. возглавлял в ЛЭТИ кафедру, в коллективе которой до сих пор существует научная школа телеметрии. К.Б. Карандеев в послевоенные годы работал в Институте машиноведения и автоматики АН УССР (в г. Львове), а затем основал Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения АН СССР, а также кафедры измерительных информационных систем в Новосибирском электротехническом институте и автоматизации физико-технических измерений в Новосибирском государственном университете. Он же выступил одним из создателей научного журнала «Автометрия». К.Б. Карандеев был избран членом-корреспондентом Академий Наук СССР и Украинской ССР.

Примерно до 1931–1932 гг. работы в области информационной техники выполнялись одиночками-энтузиастами. Но после этого рубежа политехники и внутри института, и за его пределами развёртывают интенсивную деятельность, направленную

на выделение различных информационных направлений техники в самостоятельные подразделения и организации.

Как уже отмечалось, в 1932 г. из созданного А.А. Чернышёвым Ленинградского электрофизического института был выделен Институт телемеханики (НИИТ), через несколько лет изменивший название, но специалисты, занимавшиеся телемеханикой, продолжили свою деятельность.

В ЛЭМИ 25 октября 1933 г. была открыта специальность широкого профиля «Автоматизация и телемеханизация энергетических установок и промышленных предприятий», а буквально через несколько дней создана соответствующая кафедра, которую возглавил выпускник Электромеханического отделения института 1914 г. Борис Иосифович Доманский. В настоящее время это – кафедра автоматики и вычислительной техники факультета технической кибернетики, работающая под руководством Виктора Фёдоровича Мелехина. В то время ещё приходилось доказывать необходимость постановки образования в области автоматики как таковой, а представления о единстве информационной области техники совсем не было. Это видно, например, из того, что в ЛЭМИ кафедра автоматики оказалась на *промышленно-энергетическом* факультете, а близкая к ней по содержанию инженерного образования кафедра электрических измерений (Евгения Георгиевича Шрамкова) – на *электротехническом*, вместе с такими далёкими от информационной проблематики специальностями как электро-аппаратостроение и электрическая изоляция.

Вышедший в те годы сборник статей «Пути развития телемеханики» (М.-Л., 1934) хорошо показывает состояние всей области в то время. Приведём перечень (возможно, неполный) статей, опубликованных в этом сборнике политехниками:

Инженер А.А. Солодовников. «Телемеханические системы и их элементы»;

Профессор Б.И. Доманский. «Пути развития телемеханики в энергетических системах»;

Инженер В.Г. Дранников. «Роль телемеханизации и автоматизации в металлообрабатывающей промышленности»;

Инженер В.Г. Дранников. «Электронные и ионные приборы на службе телемеханики»;

Инженер К.Б. Карандеев. «Пути развития телеметрии в СССР»;

Профессор Б.И. Доманский. «Вопросы подготовки кадров в связи с проблемой телемеханизации и автоматизации народного хозяйства».

В этом перечне, наряду с именами уже упоминавшихся выше авторов – А.А. Солодовникова, Б.И. Доманского, К.Б. Карандеева – встречается имя ещё одного политехника – Василия Гавриловича Дранникова, впоследствии (с 1958 по 1974 гг.) возглавлявшего в ЛПИ кафедру электрооборудования промышленных предприятий; в настоящее время это кафедра систем автоматического управления факультета технической кибернетики, работающая под руководством Игоря Михайловича Семёнова.

Интересно отметить два высказывания из названного сборника, одно – критическое, а другое в какой-то степени – мировоззренческое. Вот слова из второй (по приведённому выше перечню) статьи В.Г. Дранникова: «*К великому сожалению, у нас в Союзе практическому применению этих [электронных и ионных] приборов уделяют недостаточно внимания*». Вероятно, можно было бы говорить и о большем – о недостаточном внимании ко всей информационной технике по сравнению с машиностроением и энергетикой. Такая расстановка приоритетов, очевидно, стала одной из причин, которые уже в послевоенное время привели к нарастающему отставанию в этой области.

А вот слова из статьи К.Б. Карандеева: «... *можно утверждать, что телеконтр-роль (в частности телеметрия), являющийся как бы нервной системой любой телемеханической установки, является первым, основным и важнейшим звеном в телеме-*

ханизации и автоматизации народного хозяйства». Это уподобление технического информационного устройства нервной системе задолго не только до Винера, но и до Мак Каллока с Питтсом, можно считать поистине пророческим.

Возвращаясь к событиям 30-х гг., отметим, что в июне того же 1934 г. решением Президиума Академии Наук СССР была создана – под председательством политехника, академика А.А. Чернышёва – Комиссия телемеханики и автоматики (КТА) в составе 18 секций. В мае 1935 г. ею совместно с Госпланом была созвана I Всесоюзная конференция по автоматике и телемеханике. Эта КТА после ряда реорганизаций превратилась в Институт автоматики и телемеханики АН СССР.

В 1936 г. стал выходить академический журнал «Автоматика и телемеханика». Его ответственным редактором стал Александр Александрович Чернышёв. В состав редакционного совета вошёл ряд политехников: академик В.Ф. Миткевич, члены-корреспонденты М.В. Кирпичёв и М.А. Шателен, профессора Г.П. Кульбуш и В.К. Попов (основатель нынешней кафедры систем автоматического управления). Среди членов КТА, перечисленных в первом номере журнала, тоже было немало политехников: академики Н.Н. Павловский, Н.Н. Семёнов, М.В. Шулейкин; профессора Б.И. Доманский, К.Б. Карандеев, А.А. Солодовников, Е.Г. Шрамков.

В ЛИИ в том же 1936 г. состоялся первый выпуск «*сильноточных автоматчиков*» – так специалисты этого нового профиля были названы в приказе по институту. Как видно, автоматика (вышедшая к этому времени на первый план по сравнению с телемеханикой) была на Электромеханическом факультете ЛИИ основательно привязана к энергетике. Об этом же свидетельствует и название ряда монографий Б.И. Доманского: «Централизованное управление электрическими устройствами и системами» (1933); «Автоматическое управление электрическими устройствами и системами» (1938); «Автоматизация энергетических установок» (1939).¹

В сложной структуре Политехнического – Индустриального института работы в области автоматического управления проводились в различных подразделениях и имели различную направленность. Как уже было сказано, в ЛЭМИ и на Электромеханическом факультете ЛИИ эти работы велись специализированной кафедрой (кафедрой Б.И. Доманского) и имели преимущественно прикладной характер, ориентированный на электроэнергетику. Однако в той же области, но с преимущественной ориентацией на электропривод, работала и кафедра электрооборудования промышленных предприятий. Её руководитель Владимир Константинович Попов в 1935 г. по совместительству работал в Институте автоматики и телемеханики АН СССР. Им написан ряд интересных книг по данной тематике, в частности, «Основы автоматики электропривода»² (1938) и «Элементы электроавтоматики» (1947).

Нужно отметить ещё, что в 1938–1942 гг. в ЛИИ – ЛПИ преподавал Борис Степанович Сотсков, известный специалист по техническим средствам автоматики. Издательство ЛИИ в 1935 г. выпустило в свет его книгу «Регулятор». Впоследствии широкое распространение получила другая его книга «Элементы телемеханической и автоматической аппаратуры» (1950).

Учёных Механического факультета ЛИИ автоматизация интересовала с позиций машиностроительных технологий. В 1934 г., как указано в статье «Кетов» энциклопедического издания «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» (СПб, 2006), Хрисанфом Фёдоровичем Кетовым была организована кафедра

¹ Ряд интересных материалов по истории кафедры можно найти в юбилейном издании «Кафедра автоматики и вычислительной техники» // Редакторы Л.В. Бабко и В.Ф. Мелехина, вышедшем в свет в издательстве СПбГПУ в 2003 году.

² Книга была написана в соавторстве с Д.В. Васильевым.

«Машины-автоматы и полуавтоматы».³ Она сохранилась до настоящего времени как кафедра «Автоматы» механико-машиностроительного факультета.

На Энергомашиностроительном факультете ЛИИ кафедру Гидравлических машин возглавлял Иван Николаевич Вознесенский. Наряду с работами в области гидромашиностроения, ему принадлежат ряд трудов по теории автоматического регулирования. Так, например, хорошо известны его статьи «О регулировании машин с большим числом регулируемых параметров» («Автоматика и телемеханика», 1938, № 4–5) и более поздняя работа «О принципах и схемах автоматического регулирования» («Прикладная математика и механика», 1942, т. 6, вып.1). В послевоенное время И.Н. Вознесенский организовал в Кораблестроительном институте кафедру «Автоматическое регулирование».

Иван Иванович Кириллов, крупный специалист по паровым и газовым турбинам, тоже занимался вопросами регулирования. В ЦКТИ он организовал лабораторию автоматического регулирования, а по результатам исследований написал монографию «Автоматическое регулирование паровых турбин» (1938). Эта монография была одной из первых в стране.

Интересно, что книги Б.И. Доманского, В.К. Попова, И.И. Кириллова по автоматическому управлению в различных областях техники, а также и первая из названных статей И.Н. Вознесенского, вышли в одном и том же 1938 г. Видимо, проблема к этому времени действительно назрела. В какой-то степени символично, что в том же году по кафедре Доманского окончил ЛИИ Авенир Аркадьевич Воронов, будущий академик и автор известных монографий и учебников по теории автоматического управления.

Но если на факультетах энергетического и машиностроительного профиля работы по автоматизации носили в значительной степени прикладной характер, то учёные физико-механического факультета развивали теорию управления в математическом плане как раздел теоретической механики.

Выдающийся механик Евгений Леопольдович Николаи работал во многих учебных заведениях. В 1930 г. при реорганизации ЛПИ он, будучи профессором и деканом физико-механического факультета, стал заведовать отделением технической механики Физико-механического института и создал в рамках специализации механики новый профиль подготовки: «Динамические явления в машинах и механизмах». Большая часть его научных трудов относится к теории упругости, гироскопам, вибрациям механических систем. Исключением можно назвать книгу «Регулирование машин» (1930), подготовленную по материалам лекций, прочитанных Е.Л. Николаи в ЛПИ в 1927 и 1928 гг. Но и в этой книге Е.Л. Николаи остаётся механиком. Он анализирует вполне конкретные конструкции центробежных регуляторов, подходя к ним как к чисто механическим системам. Пожалуй, информационная точка зрения проскальзывает только в следующем определении (с современных позиций – неточном): «*Приспособление или прибор, который отзывается на угловую скорость главного вала машины, называется регулятором*». Характерна последняя фраза книги: «*Правильнее всего к разрешению вопроса о быстроте сходимости в каждом отдельном случае подходить путём вычислений*». Это говорит о полном отказе от попыток синтеза систем в пользу анализа конкретных решений методами механики. Такая позиция представляется очень далёкой от идей кибернетики.

По-видимому, граничным в развитии математической теории управления можно считать 1937 г., когда вышла первым изданием книга работавшего в Горьковском

³ Однако Гербылева Н.П. и Горюнов Ю.П. в статье «Десять десятилетий Политехнического» годом основания кафедры называют более раннюю дату – 1931 год, а в качестве организаторов кафедры наряду с Х.Ф. Кетовым указывают также профессоров С.В. Вяхирева и Н.И. Колчина // Научно-технические ведомости СПбГПУ, 2002. № 2.

университете А.А. Андропова и С.Э. Хайкина «Теория колебаний» (как известно, имя третьего автора этой работы А.А. Витта было восстановлено только во втором издании, вышедшем в 1959 г.). Эта работа не относилась прямо к теории управления, и тем более никак не была связана с Политехническим институтом. Но она открыла, если можно так выразиться, новый стиль мышления, позволяющий охватить взглядом картину сложного явления в целом.

Из выполненных в 40-х гг. исследований по нелинейной теории регулирования следует отметить книгу политехника Анатолия Исаковича Лурье «Некоторые нелинейные задачи теории автоматического регулирования» (1951), подводившую итоги работам её автора за предшествовавшие семь лет. А.И. Лурье, окончивший физико-механический ЛПИ в 1925 г., тоже был, прежде всего механиком, но теория регулирования была одной из областей его интересов, и он к ней постоянно возвращался. Достижения члена-корреспондента РАН А.И. Лурье в области теории автоматического регулирования кратко сформулированы так: *«Его исследования способствовали широкому распространению операторного подхода в области задач управления объектами с распределёнными параметрами... Внёс большой вклад в разработки в области абсолютной устойчивости, а также в совершенствование языка описания систем управления в пространстве состояний»*.⁴

Помимо телемеханики и автоматического управления, важной областью, вошедшей впоследствии в кибернетику, является теория и практика моделирования. Здесь необходимо упомянуть выдающегося политехника Михаила Викторовича Кирпичёва, автора ряда работ по теории подобия, обобщённых в книге «Моделирование тепловых устройств» (1936). Напомним, что М.В. Кирпичёв входил в редакционный совет журнала «Автоматика и телемеханика» – вероятно, не просто как видный учёный, а как специалист в области, представляющей интерес для журнала. Опять-таки понятно, что теория подобия есть только определённая ступень в развитии науки о моделировании. Но в работах довоенного времени представляет интерес именно обнаружение такого рода ступеней, в совокупности сложившихся в современную кибернетику.

Говоря о научных достижениях политехников в конце первой половины века, нельзя не упомянуть Тараса Николаевича Соколова, поступившего в 1935 г. в аспирантуру по кафедре В.К. Попова и получившего в 1948 г. Сталинскую премию за создание серии копировально-фрезерных станков. В издании, посвященном юбилею факультета технической кибернетики СПбГПУ, эти станки названы предшественниками станков с числовым программным управлением; однако представляется, что в те годы философам техники казалось, что будущее – за жёсткой автоматизацией, *«системами машин»*.⁵

В 1948 г. Т.Н. Соколов работал ещё на электромеханическом факультете (на кафедре Б.И. Доманского). Но уже в следующем году на Физико-механическом факультете была создана кафедра автоматического управления движением, которую до 1952 г. возглавлял Георгий Николаевич Никольский. В 1952 г. эта кафедра вошла в состав нового радиотехнического факультета и под руководством Т.Н. Соколова впоследствии добилась впечатляющих результатов в развитии вычислительных и управляющих устройств. В настоящее время это кафедра информационных и управляющих систем факультета технической кибернетики, возглавляемая Игорем Георгиевичем Черноруцким.

⁴ Санкт-Петербургский государственный политехнический университет: Биографии. СПб.: Гуманистика, 2006.

⁵ К 25-летию факультета технической кибернетики / Под ред. Т.К. Кракау, И.Г. Черноруцкого. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002.

Последний год первой половины XX в. ознаменовался выходом в свет фундаментального учебного пособия Б.И. Доманского «Введение в автоматику и телемеханику» (1950), в котором автор попытался охватить с некоторых общих позиций все виды автоматических и телемеханических устройств. При разработке необходимой для этого системы понятий и терминов он взял за образец теорию механизмов и машин (примерно так же, как за 120 лет с лишним до этого Георг Ом, создавая теорию электрических цепей, опирался на уже существовавшую теорию теплопроводности).

К определению механизма, принадлежащему И.И. Артоболовскому «... *кинематическая цепь, в которой при заданном движении одного или нескольких звеньев... все остальные звенья имеют вполне определённые движения*», Б.И. Доманский дал такой комментарий: «... *в механизме связываются между собой тела (звенья кинематической цепи), а в автоматическом устройстве – операции (процессы)*».

Эта идея представляется чрезвычайно важной именно с позиций кибернетики, провозглашающей единство информационных процессов независимо от их физического воплощения. Однако при дальнейшем развитии теории автоматического управления многие понятия и термины, введённые Б.И. Доманским, не получили распространения.

Таким образом, уже в первой половине XX века, ещё до того как в нашей стране стали известны идеи кибернетики, в Политехническом институте был развит ряд научных направлений, относящихся к теории и практике автоматического управления, телемеханике, моделированию. Эти работы велись на разных факультетах и кафедрах, зачастую независимо друг от друга.

Дальнейшее развитие отдельных ветвей кибернетики в Политехническом институте во второй половине прошлого и начале наступившего века требует отдельного и более подробного рассмотрения.

* * *

ИЗ ИСТОРИИ ОТДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИКИ МАТЕМАТИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

*«Tempera mutantur et nos
mutatur in illis».*

*– Времена меняются,
и мы меняемся вместе с ними.*

Франкский император Лотар I (IX в.н.э.)

Отделение информатики в составе Учебно-научного центра математики, механики и астрономии Санкт-Петербургского университета по инициативе декана Геннадия Алексеевича Леонова было учреждено решением ученого совета математико-механического факультета от 23 марта 2000 г. Отделение создавалось в составе двух кафедр: кафедры информатики (математического обеспечения ЭВМ), образованной еще в 1970 г., и кафедры системного программирования, созданной в 1996 г. Несколько позже в отделение информатики вошла вновь образованная кафедра параллельных алгоритмов.

Это решение ученого совета, приуроченное к 30-летию кафедры информатики, готовилось задолго до этого и не только в стенах факультета или университета. Невозможно охарактеризовать развитие информатики в ЛГУ–СПбГУ вне общего исторического контекста развития этой области в СССР и России и оценки основополагающей роли тех, кто стоял у истоков компьютерного дела в Санкт-Петербургском университете и определил направление его развития на долгие годы вперед. (Настоящий обзор подготовлен с использованием авторских материалов А.Н. Балуева, С.С. Лаврова, И.В. Романовского, Г.С. Цейтина и материалов, размещенных в сети Интернет).

Два имени должны быть названы, прежде всего, это Андрей Андреевич Марков и Леонид Витальевич Канторович. В области информатики первое имя олицетворяет математическую логику и теорию алгоритмов, второе – программирование.

А.А. Марков (9(22).09.1903, Петербург – 11.10.1979, Москва) окончил Ленинградский университет в 1924 г. и там же работал в 1933–1955 гг., с 1936 г. в должности профессора. С 1939 г. Андрей Андреевич Марков работал в Математическом институте имени В.А. Стеклова АН СССР, а с 1959 г. он профессор Московского университета. Основными и наиболее известными являются труды А.А. Маркова по топологии, топологической алгебре, теории динамических систем, теории алгорифмов и конструктивной математике. Он доказал неразрешимость проблемы гомеоморфизма в топологии, создал школу конструктивной математики и логики в СССР, он автор понятия нормального алгорифма. В 1969 г. А.А. Марков был удостоен премии имени П.Л. Чебышёва АН СССР, награжден высокими правительственными наградами.¹

¹ Математический энциклопедический словарь. М., 1988. С. 722.

Менее официозная, но более интересная справка была процитирована С.С. Лавровым из книги А.А. Маркова и Н.М. Нагорного «Теория алгорифмов», выпущенной издательством Фазис в 1996 г.. Вот его выписки:

«Марков-младший был сыном знаменитого русского математика Андрея Андреевича Маркова (старшего, 14.06.1856 – 20.07.1922).

...в 1919 г. поступил вольнослушателем на химическое отделение физико-математического факультета Петроградского университета. Через некоторое время он переходит на физическое отделение того же факультета и заканчивает его в 1924 г.

С 1925 г. Марков – аспирант, а затем (с 1928 по 1935 гг.) – научный сотрудник Астрономического института (впоследствии это ИТА–ИПА, как подчеркнул в своих записях С.С. Лавров)².

...им выполнен ряд замечательных работ по небесной механике.

В 1935 г. ему без защиты диссертации присуждается ученая степень доктора физико-математических наук, а в 1936 г. он становится профессором Ленинградского университета.

4 апреля 1979 г. состоялся 20-летний юбилей кафедры математической логики МГУ, основанной А.А. Марковым в 1958 г. и бессменно руководимой им до последних дней жизни.

...однажды, – еще при жизни Сталина, Марков вдруг «сорвался» на заседании философско-методологического семинара...: «Нельзя же всю жизнь повторять глупость, которую однажды сказал Энгельс!» (Это был семинар ЛОМИ, которое в те годы возглавлял А.А. Марков – подчеркнуто С.С. Лавровым).

Декабрь 1955 г. – переезд Маркова в Москву.

30 ноября 1960 г. бюро Отделения физико-математических наук приняло Постановление о целесообразности создания Института кибернетики. Марков ... намечался на пост директора института. Организация института не состоялась».

Л.В. Канторович (6(19).01.1912, Петербург – 07.04.1986, Москва) окончил Ленинградский университет в 1930 г., с 1932 по 1934 г. преподаватель, а с 1934 по 1960 гг. профессор ЛГУ, в 1958–1971 гг. работает в Сибирском отделении АН СССР, в 1958 г. был избран членом-корреспондентом, а в 1964 г. – действительным членом АН СССР. В 1971–1976 гг. Л.В. Канторович продолжает трудовую деятельность в Институте управления народным хозяйством Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике, а с 1976 г. – во Всесоюзном научно-исследовательском институте системных исследований Госплана и АН СССР.

Первые научные труды Л.В. Канторовича относились к теории проективных множеств. В функциональном анализе он ввел и изучил класс полуупорядоченных пространств (*K*-пространств). Он впервые применил функциональный анализ в вычислительной математике, развил общую теорию приближенных методов, построил эффективные методы решения операторных уравнений. В 1939–1940 гг. Л.В. Канторович положил начало линейному программированию – теории и методам решения экстремальных задач с ограничениями. Эти исследования способствовали созданию теории оптимального планирования и управления экономикой. (Следует отметить, что разработанные им методы линейного программирования работают не только в экономике, но и непосредственно в самом программировании. Например, они с успехом используются в задачах оптимизации выходных кодов компиляторов, при автоматической генерации оптимальных тестов и др.)

² Перечитывая написанное, я удивился совпадению, что и А.А. Марков, и С.С. Лавров, и П. Наур, известный программистам как редактор «Пересмотренного сообщения об Алголе 60», и пишущий этот очерк, в разное время имели отношение к небесной механике, причём три последних лично сотрудничали на поле информатики.

Леонид Витальевич Канторович доктор наук и почетный член двух десятков университетов и научных обществ. Его плодотворный труд был отмечен Государственной премией СССР в 1949 г. и Ленинской премией в 1965 г., а также Нобелевской премией в области экономики в 1975 г. Л.В. Канторович был удостоен многих правительственных наград.³

В 1955 г. в академическом журнале «Вопросы философии» появилась статья, снявшая клеймо «буржуазной лженауки» с кибернетики, а с дисциплины «программирование» – гриф секретности.

Начало преподавания программирования на математико-механическом факультете Ленинградского государственного университета было положено в 1953 г. В то время первые отечественные ЭВМ – «БЭСМ» и «СТРЕЛА» (первая работала в Академии наук СССР, вторая – в Московском университете) были большим государственным секретом, и их марки проносились шепотом людьми, имеющими специальный допуск.

Л.В. Канторович разработал и прочёл для сотрудников ЛОМИ имени В.А. Стеклова⁴ и аспирантов математико-механического факультета университета первый курс программирования для специально придуманной им абстрактной одноадресной машины. (Выбор им такого типа машины оказался весьма прозорлив; как показал ход истории, именно одноадресной стала первая реальная ЭВМ «УРАЛ-1», появившаяся позже в ЛГУ.) А с начала 1954/55 учебного года эти лекции стали основой специального курса по программированию, который начал читать доцент А.Н. Балувев для студентов недавно открытой на математико-механическом факультете ЛГУ кафедры вычислительной математики.

Александр Николаевич Балувев родился в 17.08.1923 г.; участник Великой Отечественной войны, он ушел на фронт в 1941 г. (в первые дни войны) после окончания первого курса матмеха, вернулся на факультет в 1945 г. после Победы и окончил его в 1949 г.

Первым заведующим кафедрой вычислительной математики был Владимир Иванович Крылов, будущий академик АН БССР, а с 1956 по 1960 гг. кафедру возглавлял Л.В. Канторович.

В 50–60-е гг. группа математиков выполнила в ЛОМИ под руководством Л.В. Канторовича ряд разнообразных исследовательских работ. В их числе можно упомянуть развитие в «ПРОРАБ'-ах» (производителях работ) идеи крупноблочного программирования, разработку «К-ЯЗЫКА» и системы программирования на его базе. До изобретения польской формы при программировании выражений в компиляторах использовались «четверки», предложенные Л.В. Канторовичем в его статье «Об одной математической символической, удобной при проведении вычислений на машинах», опубликованной в сборнике ДАН СССР в 1957 г. В этой группе математиков уже в то время фактически началась эксплуатация идей интерпретаторов и производство математических выкладок на ЭВМ.

Первую практику работы на реальной ЭВМ для восьми выпускников кафедры вычислительной математики ЛГУ удалось организовать в сентябре 1957 г. на машине «СТРЕЛА» в Вычислительном центре МГУ. Имена выпускников первых лет хорошо известны на математико-механическом факультете, это: И.Л. Братчиков, А.И. Воронкова, И.К. Даугавет, В.А. Даугавет, О.К. Даугавет, В.Н. Иголкин, А.Б. Ковригин, Е.В. Никифорова, С.Я. Фитиалов, И.В. Царицына, Н.А. Шидловская и другие. Большинство из них стали первыми научными сотрудниками Вычислительного центра ЛГУ, а впоследствии преподавателями различных кафедр университета.

³ Там же. С. 697.

⁴ Ныне ЛОМИ РАН — Санкт-Петербургское отделение математического института Российской академии наук.

Первую собственную ЭВМ «УРАЛ-1» математико-механический факультет получает в 1958 г. Её установкой и эксплуатацией занялись недавние выпускники физического факультета ЛГУ: К.М. Белова, В.Н. Баконин, А.М. Шауман и другие. В сравнении с механическими арифмометрами, использовавшимися студентами в вычислительной практике, у неё было фантастическое быстродействие 50–100 операций в секунду. Первопроходцем в освоении этой первой реальной вычислительной машины в ЛГУ стал А.Н. Балуев.

Незадолго до этого в Научно-исследовательском институте математики и механики ЛГУ (НИИММ) организуется «Вторая проблемная лаборатория» – будущий Вычислительный центр (ВЦ) университета. Его организаторы – доценты кафедры вычислительной математики А.Н. Балуев и М.К. Гавурин (16.11.1911–11.04.1992), которые по совместительству на общественных началах были и первыми директорами ВЦ ЛГУ, опасались, что при такой вычислительной мощности все задачи будут решены за несколько недель, и машина скоро окажется в простое. Но научные расчеты и студенческие работы легко поглотили полезное время, которое можно было «выжать» из этой ламповой машины, учитывая, что примерно половина времени уходила на профилактические и ремонтные работы. Кроме того, много времени затрачивалось на отладку программ, потому что она проводилась непосредственно за пультом машины с двоичной индикацией. Промежуточные результаты считывались обитно непосредственно с неоновых лампочек, отражающих содержимое сумматора или регистра арифметического устройства в двоичном коде с фиксированной запятой. В темное время суток машина напоминала новогоднюю ёлку, увешанную гирляндами с пробегающими по ним неоновыми огнями. Программу можно было исправлять с пульта, занося двоичные коды с клавиатуры. При этом все исправления приходилось записывать на бумаге с тем, чтобы впоследствии перенести их на зачерненную киноплёнку в виде перфораций или заплата, вырезанных из черной бумажной упаковки из-под фотоматериалов. Только с такой плёнки, склеенной в кольцо, можно было вводить программу или исходные данные в машину. До сих пор помню, как сжималось сердце от страха, что лента разорвется на месте склейки или отлетят заплата, когда со страшным шелестением и свистом начинался ввод программы. Кроме того, такой носитель информации представлял большую опасность, так как воспламенялся, как порох. И был случай, когда однажды ... (но об этом лучше не вспоминать).

Очень скоро стало очевидно, что без диспетчера, распределяющего машинное время, не обойтись; он стал самой важной фигурой в ВЦ.

Надо сказать, что в те времена машины поставлялись «голыми», т. е. вообще без кого-либо программного обеспечения и каких бы то ни было периферийных устройств.⁵ Поэтому сразу же возникла задача написания библиотеки стандартных подпрограмм, включающей хотя бы простейшие математические функции и операции над вещественными числами – не было в арифметическом устройстве этой машины операций с плавающей запятой. Разработкой такой библиотеки занялись первые научные сотрудники ВЦ И.Л. Братчиков, В.Н. Иголкин и С.Я. Фитиалов.

В 60-е гг. ВЦ оснащается новейшей по тем временам вычислительной техникой. Каждая машина требовала целого зала или большой комнаты для своего размещения. Поскольку факультет и ВЦ располагались в старом здании Высших женских Бестужевских курсов (по адресу В.О., 10-я линия, дом 33), то приходилось ломать кирпичные стены, чтобы получить помещение нужной площади. В этом деле охотно уча-

⁵ «Даже во время написания первых трансляторов с АЛГОЛА-60 большой проблемой было обеспечить ввод и вывод буквенно-цифровых данных. А у «БЭСМ-6» долгое время не было внешней памяти на дисках», – отмечал в своих воспоминаниях С.С. Лавров.

твовали студенты и программисты ВЦ. (Следует, однако, отметить, что в то время все они числились по должности в качестве инженеров или старших инженеров.)

В оснащении ВЦ ЛГУ вычислительной техникой как первого поколения (ламповая ЭВМ «М-20» с быстродействием 20 тысяч операций в секунду), так и второго поколения (это уже полупроводниковые ЭВМ «БЭСМ-3М», «М-220», «М-222») большая заслуга принадлежала Георгию Петровичу Самосюку (1921–2003), директору ВЦ с 1961 г. и директору НИИММ с 1963 г. В те времена Ленинградский университет получал новейшую отечественную вычислительную технику часто одновременно с теми предприятиями, у которых в этом вопросе был приоритет.

С ЭВМ «БЭСМ-3М» связан курьезный случай, о котором в свое время писала одна из центральных газет в заметке «Гадкие утята». «Гадкие утята» – это молодые инженеры одного крупного НИИ, которым было поручено испытывать полупроводниковые элементы будущей машины «М-220», проектировавшейся солидным конструкторским коллективом. Дело не ладилось, и сроки выпуска затягивались. Молодые же инженеры за это время полулегально спроектировали и собрали на тех элементах, которые испытывали, свою собственную машину, получившую впоследствии название «БЭСМ-3М». Конструкторы плановой машины, естественно, выступили с заявлением, что неплановое изделие не соответствует ГОСТу, является уродцем, не пригодным к серийному производству. Борьба молодых новаторов со старыми консерваторами, как водилось в то время, вышла на страницы газет. В результате машина молодых инженеров была запущена в серию даже раньше плановой. Пока другие организации колебались, Г.П. Самосюк решительно выписал наряд на покупку. Так ВЦ ЛГУ приобрел первую полупроводниковую машину.

В 70-е гг. на плечи Г.П. Самосюка легли заботы следить за проектированием и строительством комплекса зданий математико-механического факультета, НИИММ и ВЦ в Старом Петергофе. *«Нельзя забывать о его роли в строительстве Петродворцового комплекса: боюсь, что если бы не он, эти здания были бы пригодны для работы лишь по документам»*, – подчеркивал Г.С. Цейтин.

Г.П. Самосюк всегда чутко реагировал на возникающие новые потребности учебно-научного комплекса математики и механики в Петродворце, одним из главных создателей которого он был. Когда закончилось строительство газодинамической лаборатории в Старом Петергофе, он горячо пропагандировал тему автоматизации эксперимента на базе использования вычислительной техники. В период освоения хозяйственно-договорных отношений в СССР Г.П. Самосюк наладил связи с большим количеством предприятий, НИИ, научно-исследовательских институтов АН СССР, вычислительными центрами. Это позволило не только значительно укрепить экономическое положение НИИММ и ВЦ ЛГУ (привлечь новые кадры, оплачивать поездки сотрудников на научные конференции, арендовать машинное время в других ВЦ), но и вовлечь коллектив в разработку новых научных направлений.

Г.П. Самосюк был не просто «менеджером», как это принято называть сегодня, он руководил коллективом, состоящим в основном из молодых людей, о росте и становлении которых в жизни постоянно заботился. Он хорошо понимал, как важно вовремя замечать успехи работающих с ним людей: ввёл обычай премировать сотрудников ВЦ и НИИММ, защитивших диссертации. Для молодых коллег Г.П. Самосюк был наставником и воспитателем, а в трудные моменты жизни всегда приходил на помощь каждому, кто в этом нуждался, и делал это как нечто само собой разумеющееся, по-родительски. Сразу же после ухода в отставку с поста директора он взялся организовывать работы по «пакетам прикладных программ» в НИИММ. К сожалению, в этом он не получил должной поддержки, слишком велика была инерция большинства лабораторий, не желавших признавать требований программирования как самостоятельной дисциплины и отделявавшихся циничными замечаниями вроде: *«а сколько программ*

идет на один пакет?» или «если пакет не сдается [«заказчику» – Г.С. Цейтин], его уничтожают».

В 1960 г. в составе ВЦ ЛГУ образуется лаборатория программирования, автоматизации программирования и программированного обучения, в которой под руководством А.Н. Балуева начинается один из первых в СССР проектов программирующей программы (так тогда назывались компиляторы⁶) с входным языком, напоминающим ФОРТРАН. В работе над этим проектом принимали участие как преподаватели кафедры вычислительной математики, так и ее выпускники, научные сотрудники и инженеры лаборатории программирования, автоматизации программирования и программированного обучения ВЦ ЛГУ. Об этом проекте есть интересная публикация в журнале «Вычислительная техника и вопросы программирования» за 1963 г. (Авторы Балуев А.Н., Балина Г.А., Братчиков И.Л., Иголкин В.Н., Ковригин А.Б., Мартыненко Б.К., Порошин Б.С., Сурин С.С. «Программирующая программа для ЭЦВМ с входным языком типа АЛГОЛ». ЛГУ, 1963.) В 1964 г. проект был завершен, но не смог конкурировать с появившимися к тому времени отечественными трансляторами для международного языка программирования АЛГОЛ-60. Уже были созданы трансляторы ТА-1 (разработка научного коллектива С.С. Лаврова, город Калининград Московской области)⁷, ТА-2 (разработка Отдела прикладной математики МИАН под руководством М.Р. Шура-Бура и Э.З. Любимского, Москва) и несколько позже АЛЬФА-транслятор (разработка группы А.П. Ершова (ВЦ СО АН СССР, Новосибирск). Именно эти трансляторы фактически открыли эру практического использования языков программирования высокого уровня в СССР. Однако, хотя трансляторы ТА-1, ТА-2 и АЛЬФА-транслятор в практическом применении и оттеснили разработку ЛГУ, приобретенный участниками этой разработки опыт пригодился при освоении новых систем программирования в ВЦ ЛГУ как в научных разработках, так и в учебном процессе.

В конце 1964 г. руководителем лаборатории на общественных началах стал Б.К. Мартыненко. Несколько следующих лет (до 1968 г.) лаборатория занималась освоением трансляторов ТА-1, ТА-2 и АЛЬФА, благодаря которым от машинного двоичного (восьмеричного) кодирования программирование в нашей стране шагнуло сразу к языкам программирования высокого уровня (АЛГОЛ-60), минуя этап использования автокодов, или, как это называется теперь, ассемблеров, хотя в то время даже не было нормальных устройств ввода-вывода информации в алфавитно-цифровой форме. В каждом ВЦ центре умельцы-механики находили свой выход из положения. Так, в

⁶ Любопытно отметить, что англоязычная терминология начала проникать в лексикон программистов постепенно и не сразу. Это косвенно свидетельствует о том, что в области вычислительного дела поначалу никакой зависимости СССР от Запада не было. Лишь позже «ЭВМ» превратилась в «компьютер», «программирующая программа» в «транслятор» и «компилятор», «автокод» в «ассемблер», а далее и вовсе пошли «дисплеи», «утилиты», «зашатить» (калька с «*shut down*» – заткнуть, т.е. выключить), и многое другое, что составляет сегодня программистский слэнг, с трудом понимаемый программистами первого поколения.

На это замечание Г.С. Цейтин откликнулся так: «*Что такое «зашатить», я не знаю. Видно, стар слешком».* Относительно ЭВМ – компьютер. Второе слово и правда странно звучит по-русски, и меня долго раздражало. А ещё я вспомнил про различие в этом термине между КНР и Тайванем (не знаю, как сейчас, но несколько лет назад я из любопытства смотрел, как они пишут в Интернете, обычно с параллельными текстами). В КНР: «*цзисуаньцзи*», т.е. вычислительная машина. На Тайване: «*дяньнао*», т.е. электромозг. Но, кстати, японцы пишут, как в КНР, только произносят иначе: «*кэйсанки*». И еще про ЭВМ. Андрей Акоюнц (известный программист из Ростова-на-Дону) когда-то сочинил оду ЭВМ, с повторяющейся строкой «ЭВМ, ЭВМ, ЭВМ!». А кто напишет про «компьютер»? А по поводу термина «файл» шутили, что до сих пор было только 3 русских слова с сочетанием «айл»: кайло, хайло и Задыхайло» (Игорь Борисович, известный русский программист, ныне покойный. – С.С. Лавров).

⁷ «Транслятор был назван ТА-1 несколько позже и не нами, по-моему, с подачи В.М. Курочкина. М.Р. Шура-Бура с Э.З. Любимским явно оплошали, начав нумерацию своих трансляторов с ТА-2», – говорил в связи с этим С.С. Лавров.

ВЦ ЛГУ на первых порах использовались тбилисские телетайпы, удобные в том отношении, что могли печатать на широкой бумажной ленте.

Лишь некоторое время спустя появились ассемблеры, хотя символическое программирование (тогда это называлось программированием в условных адресах) использовалось с самого начала как вид предмашинной подготовки программ. В лаборатории были написаны лексические блоки трансляторов ТА-1 и АЛЬФА, согласованные с местным входным оборудованием, организована служба прохождения программ в пакетном режиме, пополнялись библиотеки стандартных подпрограмм и алгоритмов, обслуживался производственный и учебный процесс, проводились консультации по языку АЛГОЛ-60 и системам программирования.⁸

В тот период совместно с научным сотрудником ВЦ СО АН СССР И.В. Максимеем была исследована система массового обслуживания пользователей ЭВМ в ВЦ ЛГУ, выполнена работа по заказу Госкомитета по науке и технике Совмина СССР, посвященная разработке модели системы обслуживания пользователей ЭВМ. Эта работа в свое время была замечена заказчиком, и два с.н.с. ВЦ ЛГУ В.Н. Иголкин и Б.К. Мартыненко были приглашены на заседание коллегии Госкомитета. (Регистрация в числе присутствовавших на столь высоком мероприятии двух с.н.с. из Ленинградского университета среди министров, руководителей главков, комитетов, объединений, генералов и других высоких чинов выглядела весьма несообразно.)

В 1968 г. после возвращения Б.К. Мартыненко из научной стажировки в A/S Regnecentralen (Копенгаген, Дания), где он изучал проект компилятора GIER ALGOL-4 и разрабатывал программу анализа «post mortem damp» (*посмертной выдачи*) под руководством П. Наура, тематика лаборатории решительно переориентировалась на собственные разработки. Тогда же изменили и название лаборатории и ее состав. С осени 1968 г. она называется лабораторией системного программирования.

В содружестве с лабораторией математической лингвистики и при участии преподавателей кафедры вычислительной математики под научным руководством Г.С. Цейтина началось изучение первоначальных вариантов языка программирования АЛГОЛ-68 и подготовка к его реализации. В тот период Г.С. Цейтин вел активную переписку с членами Рабочей группы 2.1 ИФИП по АЛГОЛУ, вносил предложения по улучшению проекта языка АЛГОЛ-68. С.С. Лавров был членом группы.

Лаборатория математической лингвистики (впоследствии интеллектуальных систем) появилась в результате реорганизации лаборатории машинного перевода, образованной в 1963 г. в составе НИИММ; заведующим лабораторией был назначен к.ф.-м.н. С.Я. Фиталов (1963–1970), а с 1970 по 2000 г. её заведующим и научным руководителем стал ученик А.А. Маркова – д. ф.-м. н. Г.С. Цейтин.

Григорий Самуилович Цейтин окончили матмех ЛГУ в 1956 г. в возрасте 20 лет. Его работы в области теории алгоритмов, конструктивного математического анализа, математической лингвистики, программирования (нестандартные специальные языки без переменных, подходы к логической верификации программ, изучение влияния естественных языков на проектирование языков программирования, методы реализации АЛГОЛА-68, разработка механизма обработки особых ситуаций, анализ тенденций модульности в разработке языков программирования); искусственного интеллекта, инженерии знаний (семантика естественных языков и представление знаний: децентрализованный подход к моделированию естественных языков, формальные структуры для представления знаний – ассоциативные сети, модель понимания естественных языков, основанная на словарном управлении) – короче, работы в области «computer

⁸ Здесь уместно вспомнить организованные И.В. Романовским серии методических материалов по программному обеспечению ЭВМ: «АЛГОЛ - процедуры»; «Описание алгоритмических языков»; «Руководства по трансляторам»; «Сервисные программы» и др.

science» хорошо известны во всем мире. Трудно переоценить его влияние на тех, кто с ним в разное время работал или учился у него. Г.С. Цейтин является признанным авторитетом не только в математической и программистской среде, но известен и широкой научной общественности своими исследованиями роли неправительственных организаций ученых в формировании национальной научной политики. По этой тематике он был руководителем гранта РФФИ для союза ученых, в частности, им был сделан перевод на английский язык трудов конференции по законодательству о науке. Здесь следует особо отметить, что в тот период обстоятельства сложились так, что нужен был качественный перевод и притом очень срочно. И Григорий Самуилович спас положение.

Г.С. Цейтиным опубликовано более 120 научных работ в отечественных и зарубежных изданиях. Он являлся членом математического общества Санкт-Петербурга (с 1960 г.), членом-учредителем Санкт-Петербургского союза ученых, членом правления и ученым секретарем правления этого союза; членом ACM (Association for Computing Machinery – с 1991 г.); членом Российской Ассоциации по искусственному интеллекту (с 1990 г.) и в отдельные периоды членом правления; почетным членом Ассоциации по логическому программированию (с 1991 г.); членом ряда комиссий и рабочих групп при ГКНТ (по языкам и системам программирования – председательство в рабочих группах по АЛГОЛУ-68 и по системам UNIX). Следует также отметить, что в 2006 г. Г.С. Цейтин, будучи уже сотрудником IBM, в связи с 70-летием был отмечен премией ACM как выдающийся учёный (*Distinguished Scientist*).

Под руководством и при участии Г.С. Цейтина было выполнено немало пионерских работ в области программного обеспечения и прикладного программирования. Простой их перечень может служить впечатляющей иллюстрацией этапов развития программирования и его технической базы в Ленинградском – Санкт-Петербургском государственном университете. Вот лишь некоторые из них:

- многоязыковая система перевода чисел (1959-1960 гг., ЭВМ «УРАЛ-1», восьмеричное программирование);

- DICO – интерактивный текстовый редактор для ЭВМ «ODRA 1204» с консольной пишущей машинкой (1972–1973 гг. для ЭВМ «ODRA 1204» – польский вариант компьютера второго поколения ICL, АЛГОЛ-60);

- JEC – интерактивное многопользовательское расширение IBM OS/360-OS/370: разработка компонент интерфейса с операционной системой, задачи взаимодействия с пользователем, взаимодействие с консольным оператором (1979–1985 гг.). Инициаторами этого проекта были Г.Ф. Дейкало и Б.А. Новиков, а участниками — Г.С. Цейтин и другие сотрудники ВЦ ЛГУ.

- ASSOL – язык с синтаксисом высокого уровня для спецификации программ в языке IBM/360, однопросмотровый компилятор на ассемблер IBM/360 (1977–1979 гг.: «ODRA 1204», АЛГОЛ-60 / АССЕМБЛЕР);

- оптимизирующий компилятор АЛГОЛА 68 для клонов IBM 360/370 (1970–1984 гг.);

- интерактивный отладочный транслятор-интерпретатор для АЛГОЛ-68 на клоны IBM 360/370 (1982-1988 гг.: OS, VM/CMS);

- среда программирования для представления и манипулирования над «ассоциативными сетями» (метод представления знаний, основанный на семантических сетях и объектно-ориентированном программировании с поздним связыванием, использованный в исследовательских проектах по обработке естественных языков и генерации программ; язык программирования высокого уровня для ассоциативных сетей (1979–1989 гг.: IBM 370, OS и VM/CMS);

- ГОСТы на АЛГОЛ-68 и расширенный АЛГОЛ-68 (научное руководство и разработка механизма обработки исключительных ситуаций в 1987–1988 гг.).

В свое время написанная Г.С. Цейтиным программа подведения итогов соцсоревнования между факультетами и научно-исследовательскими институтами ЛГУ составила, по выражению Г.П. Самосюка, «эпоху в жизни месткома университета».

Как преподаватель Г.С. Цейтин в разные годы читал начальный курс программирования, курс по представлению данных (впервые в ЛГУ), различные факультативные односеместровые курсы по теории алгоритмов и математической логике, протяженный пятисеместровый факультатив по теории алгоритмов и рекурсивным функциям, элементарный курс математического анализа на отделении лингвистики, факультативные односеместровые курсы по параллельному программированию и моделированию, спецкурс по протоколам Интернета и семинар по нейронным сетям, семинары по языкам программирования и сложности алгоритмов. Под его руководством успешно защитили диссертации 15 аспирантов.

В 1968 г. по стране прокатилась волна образования отделений прикладной математики в ведущих университетах страны. По поручению декана факультета Сергея Васильевича Валландера координацию усилий по формированию концепции Отделения прикладной математики на матмехе возглавил тогдашний заведующий кафедрой вычислительной математики профессор М.К. Гавурин. Существенную роль в определении первоначального набора учебных курсов сыграли А.Н. Балувев, М.К. Гавурин, И.В. Романовский и Г.С. Цейтин. Последний сверстал первый учебный план нового отделения. Впервые на факультете были поставлены такие курсы как архитектура ЭВМ (А.Н. Балувев), операционные системы (И.Р. Гитман, приглашенный специалист из НИИРЭ), программирование на языке ассемблера (А.Н. Балувев), представление данных (Г.С. Цейтин), алгоритмические языки (И.Л. Братчиков) и трансляторы (Б.К. Мартыненко). В учебном процессе приняли участие преподаватели кафедры вычислительной математики, научные сотрудники ВЦ и НИИММ.

В октябре 1969 г. в ЛГУ был открыт факультет прикладной математики–процессов управления (ПМ-ПУ). Ядро нового факультета составили преподаватели и научные сотрудники ряда кафедр математико-механического факультета и лабораторий НИИММ. (Этот факт нашел отражение в вышедшей в свет к 275-летию Летописи университета.) Чтобы как-то компенсировать потери факультета, по инициативе С.В. Валландера, поддержанной партийным бюро факультета, Сергею Михайловичу Ермакову было поручено сформировать и возглавить кафедру математического обеспечения ЭВМ. Надо отдать должное его мужеству и организаторскому таланту. Не будучи специалистом в области собственно компьютерных наук, он выполнил поручение руководства, и 1 апреля 1970 г. приказом ректора кафедра была открыта. Первоначальное ядро этой новой кафедры составили преподаватели кафедры вычислительной математики А.Н. Балувев, И.Л. Братчиков и некоторые научные сотрудники ВЦ и НИИММ (Т.М. Товстик, Т.А. Шубочкина, В.А. Яковлева и другие). Многие научные сотрудники ВЦ и НИИММ участвовали в учебном процессе, не будучи штатными преподавателями.

Совмещение научной работы в лабораториях с преподавательской деятельностью издавна является плодотворной традицией не только математико-механического, но и многих других факультетов университета. Эта традиция привела в последующем к образованию учебно-научных комплексов.

Уже через год после образования кафедры матобеспечения ЭВМ в 1971 г. состоялся ее первый выпуск. Молодые специалисты выпуска отличалась основательной математической подготовкой, поскольку фактически его составили студенты различных математических кафедр, переведенные на третьем курсе на отделение прикладной математики в год его образования (в 1969 г.), когда этой кафедры еще не существовало. С тех пор фундаментальное математическое образование на, казалось бы, прикладном отделении информатики, считается важной и несомненной предпосылкой для подго-

товки специалистов в области компьютерных наук. Не случайно в первом учебном плане отделения прикладной математики ЛГУ, выпускающего специалистов по специальности 220400 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и сетей», указана квалификация выпускника – математик, а не инженер-программист, как во всех других вузах России. И это вполне оправдано тем, что в этой области наряду с инженерными много таких задач, решение которых невозможно без самой современной математической подготовки.

С начала 70-х гг. минувшего века отчетливо начала ощущаться слабая оснащенность ВЦ ЛГУ современной вычислительной техникой, без которой серьезная научная работа и подобающий уровень учебного процесса в области матобеспечения были немыслимы. Например, разработка проекта реализации АЛГОЛ-68 для ЕС ЭВМ началась, когда собственных машин этого типа в ВЦ ЛГУ еще не было. По этой причине в 1971 г. для студентов кафедры, участвовавших в этом проекте, производственную практику пришлось организовать в Москве у заказчика (НИЦЭВТ) на системах IBM 360/370 – прототипах отечественных ЕС ЭВМ. Здесь следует отметить, что эта система программирования на базе языка АЛГОЛ-68 использовалась на факультете в учебном процессе в течение 10 лет (1976–1986 гг.). Ещё дольше она применялась в промышленных разработках.

К 1976 г. проект «АЛГОЛ-68», выполнявшийся по заказу НИЦЭВТ под научным руководством Г.С. Цейтина сотрудниками лабораторий системного программирования ВЦ ЛГУ и математической лингвистики НИИММ, преподавателями, студентами и аспирантами кафедры матобеспечения ЭВМ, в основном был завершен. Отчет по нему подвел научный итог работы, издательство ЛГУ выпустило в свет под редакцией Г.С. Цейтина объемистую монографию «АЛГОЛ-68. Методы реализации». Сама эта работа расценивалась участниками проекта – и не только студентами – как настоящая школа системного программирования. Она дала возможность им участвовать не только в реализации новейшего языка программирования, воплотившего новые концепции (виды и приведения, унификация понятий операторов и выражений, способ описания языков – грамматики А. ванн-Вейнгаардена для определения полного синтаксиса и гипотетический вычислитель для описания операционной семантики), но и освоить новое поколение вычислительной техники, операционных систем и программных средств, широко распространенных на Западе, а позже в СССР (ряд ЕС ЭВМ). В работе над проектом сформировался высококвалифицированный коллектив лаборатории системного программирования ВЦ ЛГУ. По этой тематике в ЛГУ защитили кандидатские диссертации С.Н. Баранов, П. Сёке и А.Н. Терехов. А. Шоймаши в Эрланде (Германия) получил степень доктора философии.

Следует сказать, что реализация проекта шла параллельно с разработкой языка, что требовало находить такие технологические решения, которые позволяли бы с минимальными усилиями реагировать на изменения языка. Например, именно тогда был разработан метод автоматической генерации анализаторов (И.Б. Гиндыш, Б.К. Мартыненко), с которого начались работы по технологии трансляции, была изобретена новая схема управления памятью в выходных программах – «пузырь» (Г.С. Цейтин), применена техника макрогенерации объектного кода по представлению программы в промежуточном языке и сделано много других технологических находок. Впоследствии этот опыт был использован при реализации языка программирования АДА (И.Б. Гиндыш, А.П. Попов, Л.И. Серебрянникова) для ЕС ЭВМ и серии трансляторов АЛГОЛА-68 для персональных ЭВМ в лаборатории системного программирования.

Необходимость перехода на новое (третье) поколение вычислительной техники хорошо понимал заведующий кафедрой матобеспечения ЭВМ С.М. Ермаков. Он умело воспользовался деловыми связями, которые НИИММ и ВЦ имели в те годы с

различными организациями в промышленности по линии хоздоговорных работ, и при поддержке Минрадиопрома сумел обеспечить в течение двух последующих пятилеток, практически до начала перестройки, существенное пополнение ВЦ ЛГУ новой вычислительной техникой серии ЕС ЭВМ, приобретшей наших инженеров, научных работников, преподавателей и студентов к западным компьютерным реалиям.

Большую роль в деле оснащения новой вычислительной техникой ВЦ ЛГУ сыграл Борис Аронович Кацев, проработавший в организациях Минрадиопрома значительную часть своей жизни, и по приглашению С.М. Ермакова перешедший на кафедру матобеспечения ЭВМ в трудный период ее становления.

Под руководством Б.А. Кацева вскоре были созданы несколько компьютерных классов на базе интеллектуальных терминальных станций «ЕС-7090», имеющих собственные процессоры (К-580) и оперативную память (32К), которые были подсоединены к мощным центральным машинам ЕС ЭВМ. Им была организована лаборатория микропроцессорной техники, в которой под его руководством была выполнена серия проектов по разработке программного обеспечения этих терминалов. (Следует отметить, что группа Б.А. Кацева активно участвовала в разработке и самих терминалов.)

Наиболее значительным проектом была реализация языка программирования ФОРТ, который широко используется и в настоящее время – на нем пишутся программы по большей части для встроенных процессоров. На базе этой «ФОРТ-системы» и методе программирования на ассоциативных сетях Г.С. Цейтина В.А. Кириллиным была построена инструментальная система разработки языковых средств микропроцессорной техники. С её помощью был разработан транслятор языка ПАСКАЛЬ для терминальных станций, использовавшийся в учебном процессе на матмехе в течение всего периода эксплуатации интеллектуальных терминалов в ВЦ ЛГУ.

Параллельно с этими работами Г.Ф. Дейкало, Б.А. Новиковым, Г.С. Цейтиным и другими участниками разрабатывались программные средства связи этих терминальных станций с центральными машинами (система «JEC»), благодаря которым стало возможно проводить запуск и отладку программ в режиме прямого доступа. Система «JEC» в течение ряда лет была весьма популярна во многих вычислительных центрах страны. Благодаря этой системе удалось отказаться от традиционного первичного носителя информации – перфокарт. В значительной степени на имеющиеся в ней средства редактирования повлияла предшествующая разработка Г.С. Цейтина – текстовый редактор (DICO) для польской ЭВМ «ОДРА». Особо следует отметить роль Г.Ф. Дейкало при освоении программного обеспечения для вычислительной техники третьего поколения в ВЦ ЛГУ.

В 1971 г., после нескольких лет работы на кафедре вычислительной математики, а с 1970 г. – на факультете ВМК МГУ, из Москвы в Ленинград переехал член-корреспондент АН СССР, профессор С.С. Лавров (12.03.1923, Ленинград – 18.06.2004, С.-Петербург) – один из основоположников⁹ современного отечественного программирования.

Святослав Сергеевич Лавров родился в г. Ленинграде. В 1939 г. он окончил школу и поступил на математико-механический факультет Ленинградского государственного университета, два курса которого окончил к началу Великой Отечественной войны. С.С. Лавров вступил в ряды народного ополчения, откуда был направлен на учебу в Ленинградскую военную воздушную академию, которую окончил в 1944 г. До января 1947 г. он служил в частях Первого Белорусского фронта и Группы советских оккупационных войск в Германии.

С 1947 по 1966 гг. С.С. Лавров работал с С.П. Королевым в Отделе главного конструктора сначала начальником группы баллистики, затем начальником

⁹ К их числу, несомненно, относятся также академик А.П. Ершов и профессор М.Р. Шура-Бура.

Вычислительного центра. Работы С.С. Лаврова и его сотрудников обеспечили успешный запуск первого спутника и полет Ю.А. Гагарина. Круг исследований в КБ С.П. Королева у С.С. Лаврова был чрезвычайно широк: исследования в области механики, включая механику тел переменной массы, теории траекторных расчетов, теории автоматического управления.

В 1954 г. С.С. Лавров заочно окончил механико-математический факультет Московского государственного университета, а в 1958 г. по совокупности научных трудов С.С. Лаврову была присуждена ученая степень доктора технических наук.

В начале 60-х гг. С.С. Лавровым были выполнены пионерские разработки в области программного обеспечения, в частности, под его руководством был разработан первый транслятор ТА-1 с алгоритмического языка АЛГОЛ-60. *«Чтобы быть точным: наш транслятор разрабатывался группой под руководством В.А. Степанова в отделе динамики полета, которым я руководил. Мною был предложен на серии семинаров лишь проект транслятора, а потом я только следил за ходом работы. Заслуги Степанова огромны – он не только координировал до деталей всю работу, но и завершал разработку нескольких блоков, когда прежние исполнители увольнялись с предприятия. Я не входил в число авторов первой публикации об этой работе, но, правда, доложил о ней на заседании Президиума АН»,* – напишет позже С.С. Лавров. (Президент АН СССР М.В. Келдыш в своем выступлении на одном из годовичных собраний академии назовет создание трансляторов ТА-1 и ТА-2 крупным научным достижением.)

В 1965 г. С.С. Лавров был утвержден в звании профессора по специальности механика. Летом 1966 г. он перешел на работу в Вычислительный центр АН СССР, а месяц спустя был избран членом-корреспондентом Академии наук по специальности автоматическое управление. С 1966 по 1971 г. С.С. Лавров работал заведующим лабораторией Вычислительного центра АН СССР и профессором Московского государственного университета, в 1971–1977 гг. заведует кафедрой математического обеспечения электронных вычислительных машин Ленинградского университета.

С.С. Лавров внес существенный вклад в развитие отечественной компьютерной науки как ученый. Широко известны его работы по теории и методологии программирования (в начале 70-х гг. он был членом Рабочей группы 2.3 ИФИП по методологии программирования), по языкам программирования, верификации и автоматической генерации программ. Будучи чрезвычайно скромным по натуре человеком, Святослав Сергеевич вспоминал: *«Если же говорить по существу проблемы синтеза программ, то программисту решения задачи предполагалось извлекать из доказательства теоремы существования решения. Однако уже тогда было достаточно ясно, что поиск этого доказательства при неаккуратной постановке оказывается алгоритмически неразрешимой задачей. Я увяз в попытках построить алгоритм доказательства эвристическими методами, но ни приемлемого алгоритма, ни условий, при которых эти методы способны принести успех, так и не нашел. Поэтому сейчас я утверждаю при случае лишь то, что общая проблема синтеза программ алгоритмически неразрешима».* Значительны его заслуги как практика и организатора научных коллективов. Он был руководителем крупных программистских проектов (первый отечественный компилятор ТА-1 с АЛГОЛА-60; реализации языков программирования ПАСКАЛЬ, СНОБОЛ, ЛИСП; расширяемая система программирования «АБВ» для отечественной супер-ЭВМ «ЭЛЬБРУС»; проект системы «СПОРА», ориентированной на автоматизацию решения научно-технических задач и др.). Среди работ, которые С.С. Лавров не относит к числу крупных проектов, – язык геометрических описаний для автоматизации конструкторских работ (соавторы Г.С. Бегунков, И.Е. Педанов и В.А. Степанов). *«Оценивая её задним числом, могу сказать, что самым интересным в ней было определение необходимых типов данных, однако само понятие АД (абстрактные типы данных) не было нами осознано и сформулировано»,* – писал Святослав Сергеевич.

В 1974 г. за учебники «Введение в программирование» и «Универсальный язык программирования (АЛГОЛ-60)» С.С. Лаврову была присуждена университетская премия. С 1977 по 1988 гг. С.С. Лавров был директором Института теоретической астрономии, а с 1988 г. до конца своих дней работал в ИПА РАН в должности советника при дирекции.

За выдающийся вклад в науку и развитие советской космонавтики Святослав Сергеевич Лавров был награжден двумя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, орденом Трудового Красного знамени и многими медалями. В 1957 г. ему была присуждена Ленинская премия, в 1997 г. Президиум Российской академии наук присудил С.С. Лаврову премию Цандера – высшую научную награду РАН за научные достижения в области космонавтики. Именем Святослава Сергеевича Лаврова названа одна из вновь открытых малых планет Солнечной системы.

В 1972 году С.С. Лавров сменил С.М. Ермакова на посту заведующего кафедрой матобеспечения ЭВМ. Благодаря его широким научным интересам и эрудиции в различных областях компьютерной науки (языках программирования и методах трансляции, теории и методологии программирования, баз данных и искусственного интеллекта) значительно обогатилась тематика научных исследований и, соответственно, дипломных работ студентов.

Революционным элементом в преподавании программирования на младших курсах был переход по инициативе С.С. Лаврова на язык ПАСКАЛЬ в качестве первого языка программирования. Как показала практика, это был удачный выбор – до настоящего времени этот язык вполне удовлетворяет многим потребностям не только начального обучения, но с успехом используется и как инструмент практических разработок.

При С.С. Лаврове вдвое был увеличен прием студентов на кафедру (до 50 человек), и получила значительное развитие аспирантура по компьютерной науке. Тогда же был создан диссертационный совет по специальности 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов, систем и сетей.

За время работы С.С. Лаврова на кафедре его аспирантами и соискателями (часто приходившими к нему с уже готовыми работами) было защищено около двух десятков кандидатских диссертаций по различной тематике, включая языки программирования и трансляторы, базы данных и знаний, искусственный интеллект и автоматический синтез программ. На кафедре было подготовлено несколько специалистов высшей квалификации для бывших союзных республик СССР и зарубежных стран (Венгрии, Вьетнама, Германии, Кореи, Кубы, и др.).

С.С. Лавровым, А.О. Слисенко и Г.С. Цейтиным был разработан проект учебной программы по специальности «Информатика и системное программирование», который сыграл заметную роль в утверждении в СССР «*computer science*» как самостоятельной науки (в 1985 г. проект был опубликован в журнале «Микропроцессорные средства и системы»).

Преподаватели кафедры матобеспечения ЭВМ принимали деятельное участие в преподавании компьютерных наук на спецфакультете прикладной математики ЛГУ, когда (в начале 70-х гг.) стране потребовалось провести срочную и массовую переподготовку специалистов, имеющих высшее образование, но не владеющих вычислительной техникой. Начал регулярно работать теоретический семинар кафедры. Преподаватели кафедры почувствовали себя членами единого коллектива, объединенными не только общими педагогическими и научными интересами, но и чисто человеческими отношениями. Не раз кафедра встречала Новый год в доме С.С. Лаврова и его супруги Ирины Борисовны, которая была душой этих ассамблей.

В 1977 г. Святослав Сергеевич стал директором Института теоретической астрономии АН СССР, но продолжал еще несколько лет заведовать кафедрой. В 1999 г. из печати вышло учебное пособие С.С. Лаврова «Лекции по теории программирования»,

написанное по материалам спецкурсов, читавшихся им на математико-механическом факультете ЛГУ в 70-х – начале 80-х гг. В 2001 г. вышла в свет еще одна фундаментальная книга С.С. Лаврова «Программирование. Математические основы, средства, теория».

В 1986 г., порекомендовав в качестве своего преемника на посту заведующего кафедрой Анатоля Олесьевича Слисенко, бывшего в то время заведующим лабораторией Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН), профессора, специалиста в области математической логики и теории алгоритмов, Святослав Сергеевич Лавров ушел с факультета. Начался новый период в жизни кафедры: появилась новая тематика, связанная с оценкой сложности алгоритмов. А.О. Слисенко читал общий курс дискретной математики для студентов отделения математики. Одновременно он оставался заведующим лабораторией СПИИРАН и преподавал в Политехническом институте. По его инициативе с 1990 г. начался прием (по отдельному конкурсу) на новую специальность 220400 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». Тогда и в последующие годы на этой специальности сформировались следующие специализации: «Программные средства искусственного интеллекта»; «Системное программирование»; «Программное обеспечение автоматизированных систем (по защите информации)»; «Системы мультимедиа и компьютерная графика»; «Технология программирования»; «Программное обеспечение вычислительных систем и сетей».

После отъезда А.О. Слисенко в 1992 г. на работу во французский университет «Paris 12» некоторое время кафедра оставалась без заведующего. В конце 1993 г. впервые в истории математико-механического факультета состоялись альтернативные выборы заведующего кафедрой, в которых победил профессор Николай Кириллович Косовский, специалист по математической логике и теории алгоритмов. (Николай Кириллович – ученик Н.А. Шанина, возглавившего ленинградскую ветвь школы А.А. Маркова после отъезда последнего в Москву.) С его приходом получили дальнейшее развитие исследования в области неклассических логик и искусственного интеллекта. В эту тематику были вовлечены как преподаватели (доценты М.А. Герасимов, М.В. Дмитриева, И.П. Соловьев, А.В. Тишков), так и студенты, и аспиранты кафедры.

Исследования Н.К. Косовского связаны с теорией сложности алгоритмов, логическим программированием, искусственным интеллектом (логические методы, эвристический поиск). Под его руководством ведется разработка системы, использующей технологии Интернет для применения и разработки методов решения нестандартных задач. В настоящее время на кафедре представлена и другая тематика, нашедшая отражение в многочисленных публикациях.

Профессор Борис Константинович Мартыненко разрабатывает методы синтаксически ориентированной обработки данных: методы спецификации и реализации трансляций; методы оптимизации процессоров, реализующих трансляции; методы генерации диагностических сообщений; методы генерации тестов; разработка объектно-синтаксической парадигмы программирования; методы объектно-синтаксической сборки программ.

Профессор Борис Асенович Новиков со своими аспирантами и студентами ведёт исследования в области систем управления информацией, включая проектирование и использование систем баз знаний, управление транзакциями, проблемами реализации нижнего уровня, таких как индексирование, кластеризация и структуры данных, обслуживание очередей и оптимизация, разработка программного обеспечения, проектирование прикладных программ и управление транзакциями в распределённых мобильных системах.

Профессор Владимир Олегович Сафонов ведёт работы по WEB-технологии, JAVA-технологии, технологии программирования и инженерии знаний. Он имеет

3 патента США и 4 патента России по технологии программирования и методам компиляции. За цикл работ, посвященных созданию серии трансляторов, в 1999 г. ему была вручена премия правительства Санкт-Петербурга.

В последние годы преподавателями кафедры подготовлен ряд новых спецкурсов и спецсеминаров. Преподаватели кафедры участвовали в программе «Университеты России», грантах РФФИ, РГНФ, Новосибирского государственного университета и федеральной целевой программе «Интеграция».

В 1996 г. отделение информатики пополнилось еще одной кафедрой. Была образована кафедра системного программирования во главе с заведующим профессором Андреем Николаевичем Тереховым, выпускником первого выпуска кафедры матобеспечения ЭВМ. В настоящее время А.Н. Терехов ещё и директор «НИИ информационных технологий», генеральный директор ГП «Терком» и «Ланит-Терком», председатель правления ассоциации разработчиков программного обеспечения РУССОФТ, созданной на базе консорциума ФОРТ-РОСС и ассоциации РУССОФТ.

В период реорганизации кафедра матобеспечения ЭВМ была переименована в кафедру информатики. Несколько преподавателей кафедры информатики перешли на новую кафедру системного программирования. В настоящее время развиваются следующие основные направления разработок кафедры системного программирования и смежных подразделений: трансляторы, реинжиниринг, технология создания программного обеспечения, встроенные системы и системы реального времени; криптография; ЭВМ, ориентированная на языки высокого уровня; оптимизация оборудования.

Сегодня эти две кафедры и кафедра параллельных алгоритмов (заведующий профессор Юрий Каземирович Демьянович), составляют отделение информатики.

Ближайшими партнерами этих кафедр являются лаборатория технологии программирования и экспертных систем (заведующий В.О. Сафонов), НИИ ИТ (директор А.Н. Терехов), отдел программного обеспечения математико-механического факультета (заведующий к.ф.-м.н. Г.Ф. Дейкало), а также профессор кафедры исследования операций И.В. Романовский с его студентами и аспирантами. Тематика работ Иосифа Владимировича Романовского тесно связана с информатикой. В настоящее время он читает вводный курс дискретного анализа для студентов отделения информатики; вышла в свет его монография «Дискретный анализ».

В блестящих успехах матмеховских команд на российских и международных олимпиадах велика заслуга их многолетнего руководителя старшего преподавателя кафедры системного программирования Натальи Николаевны Вояковской. С 15 по 19 марта 2000 г. в Орландо, штат Флорида (США), проводился финал соревнований командного чемпионата мира по программированию «АСМ 1999-2000». В финал вышли 60 университетских команд со всех континентов. Команда матмеха выступила блестяще и получила золотую медаль и кубок победителя. За это достижение Н.Н. Вояковская была награждена орденом «Дружба народов».

Отделение информатики поддерживает связи по научной и учебной работе с институтами РАН (Санкт-Петербургским институтом информатики и автоматизации, Санкт-Петербургским отделением математического института имени В.А. Стеклова, Институтом прикладной астрономии), с зарубежными университетами и программистскими фирмами (с университетом «Paris 12», с фирмами Microsoft, SUN Microsystems, Motorola, Intel и др.).

В июне 2000 г. Санкт-Петербургский государственный университет подключился к программе сотрудничества вузов Санкт-Петербурга в области образования по компьютерным наукам, учрежденной фирмой Motorola, с целью подготовки специалистов в области технологии программирования.

Большое участие в учебном процессе принимают ведущие ученые ЛОМИ РАН, в их числе избранный в 2008 г. академиком РАН Ю.В. Матиясевич; д.ф.-м.н, профес-

сор В.П. Оревков, а также профессор С.Н. Баранов из фирмы Motorola; профессор Л.А. Керов из Академии судостроения и другие.

Отделение информатики оказывает методическую поддержку и участвует в учебном процессе на вечернем отделении и спецфакультете переподготовки специалистов по математике и информатике (с 1957 по 1991 г. – это Курсы повышения математической квалификации инженеров). Старший преподаватель кафедры информатики С.М. Селеджи, работающая в качестве заместителя декана по приёму на математико-механический факультет, курирует работу этого подразделения. Прием на отделение информатики всегда был значительным и при неизменно высоком конкурсе.

За 37 лет своего существования старейшая на отделении кафедра информатики (до 1995 г. — кафедра математического обеспечения ЭВМ) и кафедра системного программирования (с 1996 г.) выпустили около 1500 тысяч математиков и программистов, владеющих современным арсеналом математических методов, информационными технологиями и программным обеспечением, успешно работающих в науке, образовании и производстве как в России, так и за рубежом. В частности, через них факультет поддерживает связи с учреждениями РАН, вузами России, Европейскими университетами и такими известными фирмами как Microsoft, Motorola, SUN Microsystems, Intel и т. д.

Несмотря на то, что среди выпускников достаточно много способной молодежи, чтобы обеспечить любые потребности факультета в преподавательских кадрах, кафедры заметно «постарели». Молодежь в нынешних непростых экономических условиях не может полностью отдаваться преподавательской работе и вынуждена работать в других местах, не порывая связи с факультетом (выполняя нагрузку на 0,25–0,5 ставки). Но нет худа без добра: работая над проектами на основной работе, они используют свой опыт в учебном процессе — учат студентов основам промышленных технологий программирования со знанием условий реального производства.

Декан факультета Геннадий Алексеевич Леонов и администрация факультета в последние годы предприняли немало реальных шагов для развития информатики: это открытие новых специальностей, оснащение компьютерных классов новым оборудованием, организация кафедры параллельных алгоритмов и НИИ информационных технологий, открытие Учебно-исследовательской лаборатории системного программирования при поддержке корпорации Intel («СПбГУ-Intel») и т. д.

Кафедры отделения информатики в настоящее время ведут обучение по специальностям: 01.05.03 — «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» и 08.08.01/02 — «Прикладная математика в гуманитарной сфере» (совместно с факультетами социологии и международных отношений). Отделение информатики принимало деятельное участие в разработке проекта государственного стандарта по специальности 01.05.03 и учебных планов 01.05.03, 08.08.01/02. На базе Санкт-Петербургского государственного университета создано учебно-методическое объединение по специальности 01.05.03. Имеется аспирантура и диссертационный совет по специальностям 05.13.11 – «Математическое обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» и 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Все эти специальности по физико-математическим наукам. Учебный процесс поддерживается отделами вычислительной техники и программного обеспечения факультета, в компьютерных классах которого проводятся практические занятия студентов. В лабораториях НИИ математики и механики, НИИ информационных технологий и Учебно-исследовательской лаборатории системного программирования студенты отделения информатики проводят свои научные исследования.

НАУЧНАЯ ШКОЛА ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКЕ В.А. ЯКУБОВИЧА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ (ЛЕНИНГРАДСКОМ) УНИВЕРСИТЕТЕ

Началом истории кибернетики в Санкт-Петербургском (Ленинградском) университете можно считать 1956 г., когда на математико-механический факультет пришел 30-летний кандидат наук Владимир Андреевич Якубович. Было время больших перемен и в обществе и в науке, начало «оттепели». Стали появляться первые электронно-вычислительные машины (ЭВМ) и первые публикации, реабилитирующие кибернетику. Большой общественный резонанс имели статья С.Л. Соболева, А.И. Китова, А.А. Ляпунова «Основные черты кибернетики» в журнале «Вопросы философии» (№ 4 за 1955 г.) и статья «Кибернетика» А.Н. Колмогорова в Большой советской энциклопедии (1958). В тот период повсюду читались лекции и велись дискуссии о кибернетике. При Ленинградском Доме ученых организовалась первая в стране секция кибернетики, которую возглавил академик и будущий нобелевский лауреат Л.В. Канторович. В Ленинградском университете стал создаваться Вычислительный центр, а вместе с ним – научно-исследовательские лаборатории, призванные освоить и использовать новые, фантастические по тем временам возможности ЭВМ.

Начиная с выхода в 1948 г. исторической книги Н. Винера «Кибернетика, или управление и связь в живом организме и машине» кибернетика стала восприниматься как научная основа всех применений вычислительной техники и автоматических устройств. Поэтому неудивительно, когда руководство факультета предложило В.А. Якубовичу собрать группу исследователей в области математических методов автоматизации и систем управления, «кибернетический» флаг оказался наиболее подходящим для ее названия. В 1959 г. в ВЦ ЛГУ была образована лаборатория теоретической кибернетики.

60-е годы прошлого века были годами всеобщего энтузиазма в отношении кибернетики и ее применений как в СССР, так и за рубежом. Появлялись все новые и новые группы исследователей, кафедры. Возникали новые журналы, где публиковались статьи, посвященные разработке алгоритмов решения задач, ранее доступных только человеку. Обсуждались вопросы автоматизации различных сторон мыслительной деятельности человека: распознавания образов, перевода с языка на язык, логического вывода, игры в шахматы и других. Возникли «кибернетические» разделы в самых различных науках: техническая кибернетика, экономическая кибернетика, химическая кибернетика, медицинская кибернетика. Кибернетика воспринималась как всеобъемлющий конгломерат наук, революционизирующий развитие не только научно-технических областей, но и всего общества.

В лаборатории теоретической кибернетики ЛГУ в первые годы ее деятельности исследования сосредоточились на задачах распознавания образов. Было предложено несколько подходов к математической теории распознавания образов, развиты обобщения популярной в те годы концепции перцептронов Розенблатта. Теоретическое обобщение полученных результатов привело В.А. Якубовича к понятиям рекуррен-

тных систем неравенств и конечно-сходящихся алгоритмов их решения.¹ Был решен ряд важных прикладных задач: обучение распознаванию почерков, аэрофотоснимков, выделение сигналов из шума, описание и анализ сцен (Якубович В.А., Козинец Б.Н., Ланцман Р.М., Гелиг А.Х., Харичев В.В., Шмидт А.А.). Разработанный метод был позже назван «методом рекуррентных целевых неравенств»², который позволяет найти решения бесконечного числа заранее не показанных неравенств, построенных по заданной цели функционирования системы.

Следующим шагом было установление связей новых, «кибернетических» задач с более традиционными задачами автоматического регулирования и управления. В те годы выдающийся московский ученый Я.З. Цыпкин предложил установить такие связи на основе понятий адаптации и адаптивной системы управления, а также методов статистического оценивания и, в частности, методов стохастической аппроксимации. В.А. Якубович развил оригинальный общий подход к решению задач управления в условиях неопределенности на основе метода рекуррентных целевых неравенств, не требующий привлечения вероятностных понятий. Он впервые дал общее математическое определение адаптивной системы. В дальнейшем в коллективе под руководством В.А. Якубовича была построена достаточно развитая математическая теория адаптивных систем и теория обучения машин (роботов) сложному целесообразному поведению. В качестве примеров были решены задачи обучения робота-велосипедиста и других адаптивных роботов под названием: «кузнечик», «ястреб», «глаз-рука». В 1972 г. полученные результаты были представлены В.А. Якубовичем на Всемирном конгрессе по автоматическому управлению в Париже.³ (Тогда шутили, что «Владимир Андреевич съездил в Париж на велосипеде».)

В те же годы были рассмотрены задачи адаптивного управления робототехническими системами, описываемыми уравнениями Лагранжа. Эти работы были пионерскими в области адаптивных роботов как в нашей стране, так и за рубежом. Основные результаты по методу рекуррентных целевых неравенств и решению задач адаптивного управления были изложены в монографиях: Фомин В.Н. «Математическая теория обучающихся опознающих систем» (ЛГУ, 1976); Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. «Адаптивное управление динамическими объектами» (Москва, Наука, 1981).

В 1970 г. на базе лаборатории теоретической кибернетики была создана кафедра теоретической кибернетики. Ее первый выпуск состоялся в 1971 г. и состоял из трех специалистов: Г.С. Аксенова, Б.Д. Любачевского и автора этих строк. Область научных интересов сотрудников лаборатории и преподавателей кафедры, кроме чисто кибернетического направления (распознавание, адаптивные системы, роботы), включала и включает и более традиционные разделы прикладной математики и теории управления. Это: теория устойчивости и колебаний в нелинейных системах (Г.А. Леонов), теория устойчивости и колебаний в импульсных системах (А.Х. Гелиг, А.Н. Чурилов), теория оптимального управления (А.С. Матвеев, А.Е. Барабанов, В.А. Якубович), теория оценивания и фильтрации (В.Н. Фомин, А.Е. Барабанов), теория гибридных и сетевых систем (А.С. Матвеев).

Еще до создания лаборатории и кафедры В.А. Якубович получил ряд фундаментальных результатов в области устойчивости линейных систем дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами и параметрического резонанса. Им до-

¹ В.А. Якубович. Рекуррентные конечно-сходящиеся алгоритмы решения систем неравенств // ДАН СССР. 1966. Т. 166. No 6. С. 1308–1312.

² В.А. Якубович. Метод рекуррентных целевых неравенств в теории адаптивных систем // Вопросы кибернетики. Адаптивные системы. М.-Л.: Изд-во АН СССР. Науч. совет по комплексной проблеме «Кибернетика». 1976. С. 32–64.

³ V.A. Yakubovich. On a method of adaptive control under conditions of great uncertainty // Preprints of the 5th World Congress IFAC (Paris). 1972. V. 37. No 3. P. 1-6.

казана гипотеза И.М. Гельфанда о том, что в функциональном пространстве коэффициентов двумерных гамильтоновых систем множество коэффициентов, соответствующее устойчивым системам, распадается на счетное число связных областей и показано, что известный критерий Ляпунова относится к одной такой области. В.А. Якубович получил критерий устойчивости для каждой области, которые, как и критерий Ляпунова, не улучшаемы в естественном смысле. Эти результаты перенесены В.Н. Фоминим и В.А. Дергузовым на бесконечномерные системы. Фундаментальная монография Якубовича и Старжинского, подытоживающая развитие этого направления и вышедшая в русском и английском изданиях, до сих пор активно цитируется в ведущих научных журналах.⁴

Среди многих научных результатов коллектива, пожалуй, наиболее известными являются связанные с так называемой «частотной теоремой» или «Леммой Якубовича-Калмана» или «Леммой Калмана-Якубовича-Попова», доказанной и впервые опубликованной в статье В.А. Якубовича в 1962 г.⁵ Позже эта статья была включена в специальный том «Twenty Five Seminal Papers in Control» (Wiley-IEEE Press), в котором представлены 25 статей, оказавших, по мнению международной комиссии из ведущих ученых, наибольшее влияние на развитие теории управления в XX в.

В дальнейшем частотная теорема была распространена на более широкие классы систем (Якубович В.А., Лихтарников А.Л.) и применена к решению многочисленных задач. Использование этой леммы позволило получить разнообразные частотные критерии абсолютной устойчивости, неустойчивости, колебаний в нелинейных системах, новые методы оптимального и адаптивного управления. Эти результаты, придавшие «второе дыхание» методу функций Ляпунова, были изложены в 1978 г. в монографии А.Х. Гелига, Г.А. Леонова и В.А. Якубовича «Устойчивость нелинейных систем с неединственным состоянием равновесия», вышедшей в свет в 1978 г. (М., «Наука»). Несколько позже эта работа была переиздана в английском варианте: V.A. Yakubovich, G.A. Leonov and A.Kh. Gelig. «Stability of Stationary Sets in Control Systems with Discontinuous Nonlinearities». World Scientific, Singapore, 2004. До сих пор эта монография вызывает интерес ученых разных стран.

Выпускники кафедры преподают в различных вузах города. Среди них профессора А.В. Тимофеев (СПбГУАП), А.Н. Чурилов (ГМТУ), В.Б. Смирнова (СПбГИСА), Н.Е. Барабанов (СПбГЭТУ), заведующие лабораториями академических институтов А.В. Тимофеев (СПИИРАН), А.Л. Фрадков (ИПМаш РАН). В 1970-е и в 1990-е гг. ряд талантливых выпускников кафедры уехали из страны, среди них Б.Г. Питтель, М.В. Левит, Б.Д. Любачевский, Ю.В. Казаринов. Некоторые из них стали профессорами в зарубежных университетах: А. Мегрецкий (МИТ, США), Н.Е. Барабанов (университет Северной Дакоты, США), А. Савкин (университет Нового Южного Уэльса, Австралия), А. Ширяев (университет Умеа, Швеция и Норвежский технический университет города Трондхейм). Однако многие выпускники стараются поддерживать постоянные контакты с кафедрой, вести совместные работы.

Значительную роль в развитии и признании научной школы В.А. Якубовича играла и играет научно-организационная работа. Начиная с 1967 г. он был заместителем председателя Ленинградской Территориальной группы Национального комитета по автоматическому управлению (НКАУ), возглавлявшейся ректором ЛЭТИ А.А. Вавиловым. В территориальной группе Владимир Андреевич был председателем

⁴ В.А. Якубович, В.М. Старжинский. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами и их приложения. М.: Наука, 1972. 720 с. (Английский вариант: *Yakubovich V.A., and V.M. Starzinskii. Linear Differential Equations with Periodic Coefficients. Vol. 1, 2. Jerusalem/London: John Wiley & Sons. 1975.*)

⁵ В.А. Якубович. Решение некоторых матричных неравенств, встречающихся в теории автоматического регулирования // ДАН СССР. 1962. Т. 143. No 6. С. 1304–1307.

секции «Теория адаптивных систем управления». Важное значение для популяризации идей адаптации, развиваемых В.А. Якубовичем и его учениками, имели Ленинградские симпозиумы по теории адаптивных систем, проводившиеся под его руководством, начиная с 1970-х гг.

В 1972 г. в Доме ученых был проведен Первый ленинградский симпозиум по теории адаптивных систем, где было сделано 38 докладов и собралось более 50 специалистов из ведущих научных центров страны. С пленарными докладами выступали ведущие отечественные ученые Я.З. Цыпкин, А.А. Красовский, Ю.И. Неймарк. Пленарный доклад сделал также д.т.н., экс-чемпион мира по шахматам М.М. Ботвинник, рассказавший о разработке алгоритма и программы шахматной игры. За первым симпозиумом последовали и другие: в 1974 г. (146 докладов), 1976 г. (уже около 280 докладов), 1979 г. (около 250 докладов). В 1982 г. была проведена Первая (оказавшаяся и единственной) Всесоюзная конференция «Теория адаптивных систем и ее применения». Она собрала около 500 участников – преподавателей и исследователей из научных, промышленных организаций и вузов СССР, выступивших более чем с 300 докладами.

Перечисленные события явились знаками признания научной общественностью заслуг научной школы В.А. Якубовича в области теории адаптивных систем. Они стали также важными вехами в развитии этой теории, которая в те годы была одной из главных точек роста теории автоматического управления и кибернетики и привлекла интерес как талантливой молодежи, так и маститых ученых. На симпозиумах выступали лидеры отечественной науки: академики Я.З. Цыпкин, А.А. Красовский, Е.П. Попов, Н.Н. Моисеев, доктора наук Д.А. Поспелов, В.Ю. Рутковский и другие. Ученым секретарем симпозиумов был доцент кафедры САУ Ленинградского механического института (ЛМИ) Д.П. Деревицкий, а впоследствии и автор этих строк, в те годы работавший в ЛМИ.

В 1990-е гг. стали проводиться, как правило, международные научные мероприятия. В апреле 1991 г. в Доме Ученых прошел 5-й Ленинградский симпозиум по теории адаптивных систем и ее применениям. Среди 150 участников впервые были иностранные гости: Дж. Бартолини (Италия), С. Биттанци (Италия), В. Резван (Румыния), А. Халанай (Румыния), Л. Льюнг (Швеция). Пленарные доклады сделали Л. Льюнг, А.А. Первозванский, Я.З. Цыпкин, Р.М. Юсупов, В.А. Якубович и автор этих строк (совместно с А.А. Стоцким, являвшимся также ученым секретарем симпозиума). Наконец, 7–9 сентября 1999 г. состоялся 6-й, уже Санкт-Петербургский симпозиум по теории адаптивных систем и ее применениям. Он был посвящен памяти безвременно ушедшего из жизни в 1997 г. академика Я.З. Цыпкина. В симпозиуме приняло участие около 80 человек, из них около 30 иностранных ученых, в том числе Я. Ландо (Франция), А. Линдквист (Швеция), Л. Льюнг (Швеция), Д. Шильяк (США), К. Фурута (Япония).

В проведении международных конференций активно участвует лаборатория управления сложными системами Института проблем машиноведения РАН, организованная в 1990 г. автором этих строк и возглавляемая им по настоящее время. Эта лаборатория тесно связана с кафедрой университета как научными интересами, так и по учебной работе.

С середины 1990-х гг. развиваются новые и актуальные направления на стыке физики и теории управления: управление колебательными и хаотическими системами, управление молекулярными и квантовыми системами. На основе метода скоростного градиента найдено решение задач управления и синхронизации для широкого класса колебательных, в том числе хаотических систем. Эти результаты открывают новые перспективы в вибрационной технике, лазерных и химических технологиях, системах передачи информации.

Опубликованные в 1998–1999 гг. зарубежными издательствами книги автора и его коллег – Fradkov A.L., Pogromsky A.Yu. «Introduction to control of oscillations and chaos». World Scientific Publishers, Singapore, 1998 и Fradkov A.L., Miroshnik I.V., Nikiforov V.O. «Nonlinear and Adaptive Control of Complex Systems». Dordrecht: Kluwer Academic Publ., 1999 – явились первыми в мире монографиями по математической теории управления хаотическими системами. Они заложили основы новой области на стыке физики и теории управления, направленной на исследование свойств физических систем кибернетическими методами и названной «Кибернетической физикой». Обзорная статья Б.Р. Андриевского и А.Л. Фрадкова «Управление хаосом: Методы и приложения» (журнал «Автоматика и телемеханика», 2003, № 5) получила премию Международной академической издательской компании «Наука» за лучшую публикацию 2003 г. Систематически задачи и методы кибернетической физики изложены в книгах А.Л. Фрадкова «Кибернетическая физика: принципы и примеры» (СПб.: Наука, 2003) и «Cybernetical physics: from control of chaos to quantum control». (Springer-Verlag, 2007).

В последние годы стали появляться новые научные направления. Начиная с середины 1990-х гг., Владимир Андреевич со своим молодым учеником А.В. Проскурниковым и другими опубликовал около 20 работ по оптимальному гашению колебаний, оптимальному отслеживанию сигналов и теории инвариантности. Им разработана концепция «универсального регулятора», обеспечивающего оптимальность управления при заранее неизвестных помехах и отслеживаемых сигналах, а также инвариантность выхода системы относительно внешнего возмущения. основополагающая работа В.А. Якубовича «Универсальные регуляторы в задачах инвариантности и отслеживания», опубликованная в Докладах РАН, получила премию Международной академической издательской компании «Наука» за лучшую публикацию 1995 г., а на Европейской конференции по управлению 1995 г. В.А. Якубович выступал на эту тему с пленарным докладом.⁶

Одним из центральных направлений в кибернетике начала XXI в. стало объединение теорий управления, вычислений и связи. В нем реализуется стремление к возвращению целостного взгляда на процессы управления и обработки информации, свойственного первым годам развития этой науки. Кафедра не осталась в стороне от мирового научного процесса. А.С. Матвеев совместно со своим австралийским коллегой, также выпускником кафедры А.В. Савкиным опубликовали серию пионерских работ, посвященных управлению и оцениванию при ограничении на пропускную способность (емкость) каналов связи и подытожили их результаты в своей монографии «Estimation and Control over Communication Networks» (Springer-Verlag, 2008).

При подготовке этой статьи использовались материалы университетских публикаций⁷, а также ряд материалов, любезно предоставленных сотрудниками кафедры и лаборатории теоретической кибернетики. Пользуясь случаем, автор благодарит всех, кто принял участие в подготовке данной публикации.

* * *

⁶ *Yakovovich V.A.* Universal Regulators in Linear-Quadratic Optimization Problem // Trends in Control: European Perspective. Alberto Isidori (Ed.). 1995. P. 53–67.

⁷ *Гелиг А.Х., Барабанов А.Е., Матвеев А.С.* Исследования по математической кибернетике // НИИ математики и механики им. акад. В.И. Смирнова: Сб. трудов к 70-летию основания института / Под ред. М.К. Чиркова. Изд-во СПбГУ, 2002; *А.И. Шепелявый.* Кафедра теоретической кибернетики на математико-механическом факультете СПбГУ // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2000. Сер.1. Вып. 1. С. 3–15.

НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ШКОЛЫ СПБГЭТУ В ОБЛАСТИ СИСТЕМ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Ученые и выпускники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (СПбГЭТУ–ЛЭТИ) были пионерами во многих современных областях науки и техники не только в нашем городе, но и в стране и мире. В институте работали изобретатель радио профессор А.С. Попов, Нобелевский лауреат академик Ж.И. Алфёров, академики Г.О. Графтио, Н.С. Курнаков, И.В. Гребенщиков, А.А. Расплетин, А.Н. Шукин, А.А. Харкевич и А.И. Берг; члены-корреспонденты М.А. Шателен, В.И. Коваленков, В.П. Вологдин, А.А. Пистолькорс, В.И. Сифоров, С.Я. Соколов, А.А. Вавилов; профессора В.В. Дмитриев, А.А. Смулов, И.Г. Фрейман, С.А. Ринкевич, В.А. Тимофеев, А.В. Фатеев, В.Б. Смолон и многие другие учёные. Каждый из них своими трудами внес существенный вклад в развитие той или иной области науки и техники, в подготовку кадров. Мировой известностью пользуется многотомный труд профессора В.И. Смирнова «Курс высшей математики», основой которого послужили лекции, прочитанные им в ЛЭТИ. Широко известен и курс «Основные дифференциальные уравнения математической физики», созданный ведущим кафедрой математики профессором Н.С. Кошляковым.

Идеи передачи информации с помощью колебаний эфира впервые были высказаны в 1761 г. одним из величайших математиков всех времен – петербургским академиком Леонардом Эйлером (1707–1783), который изложил в популярной форме свои воззрения в письмах немецкой принцессе. Спустя 100 лет профессор А.С. Попов осуществил это в своих первых опытах с радиосигналами. Он был не только изобретателем радиосвязи, но и крупным педагогом и организатором радиотехнического образования в России. Будучи ректором Петербургского электротехнического института, профессор А.С. Попов непосредственно участвовал в организации учебного процесса и подготовке радиоинженеров и способствовал превращению впоследствии этого учебного заведения, называвшегося в советскую эпоху ЛЭТИ, в одну из крупнейших в нашей стране кузниц кадров радиоспециалистов. Из окончивших институт в начале века вспомним выпускника 1909 г. В.И. Коваленкова, который был одним из организаторов научных исследований проблем связи в Академии наук СССР, выпускника 1913 г. И.Г. Фреймана, ставшего профессором ЛЭТИ и подготовившего плеяду замечательных ученых. Среди учеников И.Г. Фреймана – академик А.А. Харкевич и член-корреспондент В.И. Сифоров, основатели и руководители Института проблем передачи информации АН СССР. В работах А.А. Харкевича и В.И. Сифорова получили обоснование фундаментальные положения теории передачи информации по каналам связи и были заложены теоретические основы и принципы создания современных цифровых систем связи.

1. Зарождение и формирование научных школ ЛЭТИ в области систем и средств автоматического управления и обработки информации

История кафедры автоматизации и процессов управления (АПУ) – старейшей в России выпускающей кафедры по специальности «Управление и информатика в технических системах» – это история развития этой специальности. Она уходит в далёкое прошлое университета. В 1908 г. на кафедре «Электрические телеграфы» Электротехнического института была организована лаборатория электрической сигнализации и блокировки, что положило начало новому научному направлению в нашей стране, связанному с автоматикой и телемеханикой. В 1922 г. в ЛЭТИ создается кафедра «Электрическое распределение механической энергии» во главе с профессором С.А. Ринкевичем, автором капитального труда, изданного с таким же названием в 1925 г., в котором содержались все основные элементы теории электропривода, которую можно считать созданной в СССР. На базе работ этой кафедры в конце 20-х гг. в институте была организована первая в стране лаборатория, а потом и кафедра электропривода. В лаборатории ближайшие ученики С.А. Ринкевича – будущие доктора наук и профессора А.В. Фатеев, А.В. Берендеев, Б.И. Норневский проводили исследования и разрабатывали десятки новых электроприводов для советского станкостроения и машиностроения.

В 1925 г. в ЛЭТИ впервые в СССР создается специальность и выпускающая кафедра «Сигнализация, централизация и блокировка» (СЦБ), на базе которой по инициативе профессоров В.И. Коваленкова и А.А. Скрицкого организуется в 1930 г. подготовка инженеров по телемеханике. В 1933 г. кафедра СЦБ переименовывается в кафедру телемеханики. Специальность «Автоматика и телемеханика» как самостоятельная появилась в 1935 г. на год ранее организации академиком В.А. Кулебакиным Института автоматизации и телемеханики (ИАТ) при Академии наук СССР и академического журнала с таким же наименованием. Специальность должна была обеспечить подготовку инженеров для новых отраслей промышленности, создаваемых в стране в связи с бурным развитием оборонной техники, точного приборостроения, средств автоматизации и телеуправления. В 1935 г. это была первая и единственная специальность в области автоматизации и управления.

Кафедра автоматизации и телемеханики в ЛЭТИ как и специальность была организована в 1935 г., на базе существовавшей к тому времени кафедры телемеханики по инициативе профессора Владимира Андреевича Тимофеева, ученика академика Г.О. Графтио. Заслуга В.А. Тимофеева состоит не только в этом, но также и в формировании замечательного преподавательского коллектива, который и в послевоенные годы в течение многих лет готовил инженеров по специальности и обеспечивал ведущее место среди аналогичных кафедр других вузов СССР.

Уже в довоенные годы кафедра автоматизации и телемеханики ЛЭТИ установила и успешно развивала связи с промышленностью Ленинграда и страны. Преподаватели кафедры по совместительству работали на предприятиях и в научно-исследовательских институтах города и, наоборот, сотрудники из промышленности и научных учреждений работали преподавателями. Началась подготовка аспирантов в области автоматизации и телемеханики. В.А. Тимофеев с 1938 по 1942 гг. работал заместителем директора ЛЭТИ по научной и учебной работе. В 1939 г. он защитил докторскую диссертацию и опубликовал работы по электрификации и автоматизации транспорта и рудников. Несколько его статей были опубликованы в Германии и США. Немецкое общество инженеров-электриков избрало В.А. Тимофеева своим почетным членом.

В 1942 г. В.А. Тимофеев был репрессирован. В необычных условиях, отбывая тринадцатилетнее заключение в лагерях ГУЛАГа, профессор В.А. Тимофеев написал книгу «Теория и практика анализа результатов наблюдений над техническими объек-

тами, работающими в условиях эксплуатации». Основная идея книги заключалась в выявлении скрытых периодических режимов в функционировании многих технических и промышленных объектов. По существу, этой книгой был установлен приоритет в новом научном направлении, впоследствии ставшим одним из основных в автоматике – идентификации и технической диагностики объектов управления по результатам измерений в режиме нормальной эксплуатации.

После профессора В.А. Тимофеева кафедру возглавил доцент Александр Васильевич Фатеев. В период с 1950 по 1956 г. специальность «Автоматика и телемеханика» была преобразована в специальность «Автоматические, телемеханические и электроизмерительные приборы и устройства». В 1953 г. А.В. Фатеев в Москве в Институте автоматики и телемеханики защитил докторскую диссертацию на тему «Частотный метод синтеза корректирующих устройств в системах автоматического регулирования» и в том же году опубликовал в издательстве «Госэнергоиздат» свою знаменитую книгу «Основы линейной теории автоматического регулирования». Эта книга сыграла важную роль в создании и развитии отечественной школы подготовки специалистов в области теории управления. Разработанный А.В. Фатеевым метод синтеза базировался на формировании желаемых частотных характеристик разомкнутой системы по показателям качества переходных процессов замкнутой системы. Как и в методе профессора В.В. Солодовникова временные характеристики замкнутой системы вычислялись по ее вещественной частотной характеристике. А.В. Фатеев рассмотрел более широкий класс желаемых вещественных частотных характеристик замкнутой системы. В 40-е и 50-е гг. происходило формирование теории автоматического регулирования в самостоятельную научную дисциплину. В эти годы наиболее популярными были частотные методы расчёта. Именно они использовали структурные представления систем в виде соединений элементарных звеньев однонаправленного действия, широкое использование логарифмических и амплитудно-фазовых частотных характеристик, передаточных и переходных функций. Видную роль в пропаганде и развитии частотных методов в теории автоматического регулирования сыграл профессор А.В. Фатеев.

В 50-е гг. профессор А.В. Фатеев стал председателем совета по защитах диссертаций, заместителем председателя научно-методической комиссии Министерства ВО и ССО СССР по специальности «Автоматика и телемеханика», членом экспертного совета ВАК СССР. Александр Васильевич работал консультантом во многих научно-исследовательских институтах Ленинграда и имел хорошие связи с ведущими предприятиями города, такими как Кировский завод, станкостроительный завод им Я.М. Свердлова, Металлический завод имени И.В. Сталина, завод турбинных лопаток, завод «Электросила». По совместительству он работал в Институте электромеханики АН СССР вместе с А.А. Вороновым.

Среди выпускников кафедры первых послевоенных лет были известные впоследствии специалисты: профессора А.А. Вавилов, В.А. Олейников, В.И. Анисимов, С.М. Федоров, В.К. Захаров, Б.В. Шамрай. Кроме С.М. Федорова и В.К. Захарова, все были преподавателями кафедры автоматики и телемеханики в течение многих лет. С.М. Федоров работал доцентом в Военно-механическом институте, потом стал профессором Ленинградской военно-воздушной инженерной академии имени А.Ф. Можайского и позднее заведовал кафедрой в Институте гражданской авиации. В.К. Захаров стал профессором и заведующим кафедрой автоматики и вычислительной техники, организатором и первым деканом факультета технической кибернетики ЛПИ.

В начале 50-х гг. начался переход к комплексной автоматизации в промышленности. В лекционных курсах и учебных пособиях В.А. Тимофеев и А.В. Фатеев еще с довоенного времени наметили переход к автоматизации производственных процессов и транспортных средств. В ЛЭТИ, кроме кафедры автоматики и телемеханики на фа-

культете электроприборостроения, инженеров в области автоматизации и управления готовили также на электроэнергетическом факультете кафедры электропривода, синхронно-следящих систем и электрооборудования судов. В 1946 г. на кафедру автоматики пришел работать Юрий Яковлевич Юров, который впоследствии стал профессором, заведующим кафедрой радиотехники, крупным ученым в области высокочастотной радиосвязи. В 1951 г. он защитил докторскую диссертацию в Москве в Институте автоматики и телемеханики, в которой исследовалась устойчивость авиационных автоматических систем с угольными регуляторами.

На факультете электроприборостроения (ФЭП), как тогда назывался факультет автоматики и вычислительной техники (ФАВТ), а потом компьютерной техники и информатики (ФКТИ), кроме кафедры автоматики и телемеханики, выпускающими кафедрами были кафедры электрических измерений, счетно-решающей техники, гироскопических приборов и устройств. В учебный план факультета уже в 50-е гг. как обязательные дисциплины были введены курсы по теории автоматического регулирования, счётно-решающей технике и электрическим измерениям.

Кафедра счетно-решающей техники (ныне кафедра вычислительной техники) была первой в стране по этой специальности. Её организовал в 1931 г. как кафедру «Приборы управления стрельбой» (ПУС) выпускник института инженер В.Г. Наумов, развернувшей в высшей школе научные работы по созданию вычислительной техники «нулевого» поколения – механических и электромеханических управляющих вычислительных приборов. После него кафедрой руководил с 1933 по 1939 гг. крупный специалист в области военного математического приборостроения профессор С.А. Изенбек, впоследствии организовавший аналогичные кафедры в ЛИТМО (1938) и Военно-морской академии (1939). В период с 1939 по 1945 гг. возглавлял инженер И.М. Маликов, ведущий специалист завода и КБ «Электроприбор». Следует отметить, что создаваемые на кафедре электромеханические средства вычислительной техники использовались в основном в системах управления и обладали свойствами, которые впоследствии были в электронных управляющих устройствах. Они работали в реальном масштабе времени за счет децентрализации и распараллеливания вычислительного процесса, позволяли осуществлять простейший диалоговый режим с помощью специальных периферийных устройств, обладали высокой надежностью за счет многократного резервирования. Среди довоенных выпускников кафедры ПУС лауреаты Ленинских и Государственных премий: Герой Социалистического Труда заместитель председателя Госплана СССР Г.А. Титов; главный инженер НИИ «Электроприбор», доктор технических наук профессор С.Ф. Фармаковский; главный конструктор многих специализированных автоматических систем управления М.А. Зерницкий.

Длительный послевоенный период кафедрой ПУС руководил её выпускник Яков Викторович Новосельцев, первый кандидат и доктор технических наук на кафедре. Его докторская диссертация была посвящена разработке методов проектирования и построения дифференцирующе-сглаживающих устройств. Основным научным направлением кафедры в те годы было теория и проектирование непрерывных, гибридных и цифровых специализированных вычислительных устройств для управления подвижными объектами. В 1956 г. кафедра ПУС получила новое название «Кафедра счетно-решающей техники» (СРТ) и новую специальность 0608–«Математические и счетно-решающие приборы и устройства». Послевоенные выпускники кафедры счетно-решающей техники ЛЭТИ – выдающиеся инженеры В.И. Маслевский, Р.Н. Петренко, А.С. Белодубровский стали разработчиками первых в стране специализированных вычислительных управляющих приборов, лауреатами Ленинской премии СССР, а доцент В.Б. Смоллов впоследствии стал доктором технических наук, профессором, заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, выдающимся ученым и инженером,

создателем и руководителем крупнейшей в стране научно-педагогической школы в области вычислительной техники и информатики.

Кафедра гироскопических приборов и устройств ЛЭТИ была одной из первых в стране кафедр по гироскопии. Организация этой кафедры в 1938 г. произошла по инициативе академика Алексея Николаевича Крылова и её первого заведующего – заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, профессора Бориса Ивановича Кудревича. За фундаментальный труд в пяти частях «Теория и практика гироскопического компаса» в 1939 г. его утвердили в ученой степени доктора технических наук без защиты. После него кафедрой руководил заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор Павел Иванович Сайдов, защищавший докторскую диссертацию в 1955 г. по методам расчета систем стабилизации летательных аппаратов. П.И. Сайдов – автор основополагающего учебника «Теория гироскопов». К педагогической деятельности на кафедре были привлечены крупные специалисты промышленности профессора Э.И. Слив и Г.Н. Поникаровский, доценты А.А. Одинцов, М.В. Соловьев, лауреат Ленинской премии Ю.А. Щербаков. Многие выпускники кафедры стали ведущими в стране специалистами в этой области. Один из них лауреат Ленинской и Государственных премий, Герой Социалистического труда Вячеслав Павлович Арефьев был основателем и генеральным директором НИИ командных приборов в Ленинграде. Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор доктор технических наук Р.И. Сольников – известный специалист в области моделирования гироскопических систем, один из пионеров применения компьютеров для автоматизации моделирования и проектирования систем автоматического управления, основатель кафедры и специальности САПР в Ленинградском институте авиационного приборостроения. Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор доктор технических наук В.Г. Воробьев – заведующий кафедрой и ректор Московского института инженеров гражданской авиации. Доктор технических наук А.С. Иванов – крупный учёный в области теории и практики автоматических гироскопических систем ориентации, выдающийся инженер – изобретатель.

Кафедра информационно-измерительной техники была организована в 1929 г. профессором Е.А. Свирским как первая в стране кафедра электрических измерений. Е.А. Свирский – автор первых учебников и учебных пособий в нашей стране по электротехническим и магнитным измерениям. Впоследствии её возглавлял почти тридцать лет с 1949 по 1978 гг. заслуженный деятель науки и техники РСФСР профессор А.В. Фремке, под руководством которого получило развитие новое для того времени направление – автоматические телеизмерительные системы и датчики-преобразователи неэлектрических величин. Фундаментальный учебник А.В. Фремке «Электрические измерения» издавался 5 раз на протяжении тридцати лет с 1950 по 1980 гг. Другой его фундаментальный учебник «Телеизмерения» был также очень популярным и переиздавался 3 раза. В послевоенные годы кафедра готовила инженеров по специализации «Электроизмерительная техника» в рамках специальности «Автоматические, телемеханические и электроизмерительные приборы и устройства». Дипломный проект выпускника этой кафедры Г.И. Ковалерова по созданию автоматических телеизмерительных систем стал основой для его дальнейшей работы, которая была отмечена Государственной премией СССР, а сам он стал доктором технических наук, профессором, первым заместителем Министра приборостроения и средств автоматизации и систем управления СССР. Среди выпускников кафедры информационно-измерительной техники ЛЭТИ много и других выдающихся инженеров и ученых в области автоматических систем измерения и контроля.

Важную роль в организации и подготовке инженеров по автоматизации и управлению в ЛЭТИ выполняла кафедра «Системы автоматического управления» (САУ), которая была организована на электроэнергетическом факультете (ЭЭФ) заслужен-

ным деятелем науки и техники РСФСР профессором Д.В. Васильевым в 1947 г., как кафедры синхронно-следающих систем. Кафедра была одной из первых в стране по этой специальности. Специализация кафедры с самого начала ее образования ориентировалась на подготовку инженеров по системам автоматического управления летательными аппаратами. В 1960 г. сама специальность и кафедра были переименованы в «Системы автоматического управления».

Д.В. Васильев еще до войны работал доцентом на кафедре автоматики и телемеханики ЛПИ. В 1935 г. он опубликовал монографию «Электрические машины в схеме синхронной связи» – первую книгу в стране по этой тематике. В 1952 г. он же написал первое в стране учебное пособие по синхронно-следающим системам «Синхронно-следающие системы». В 50-е гг. Д.В. Васильевым и его учениками были написаны и опубликованы в печати монографии и учебные пособия по теории следящих систем, которые были очень популярны среди инженеров и преподавателей нашей страны.

Под руководством Д.В. Васильева в институте проводились важные научно-исследовательские работы по постановлениям правительства по моделированию и управлению летательными аппаратами. По его инициативе в ЛЭТИ была организована одна из первых в стране отраслевых лабораторий по автоматизации моделирования систем управления. В этой лаборатории разработан и реализован уникальный для того времени гибридный вычислительный комплекс «Сетка» для моделирования систем управления специального назначения. Под редакцией Д.В. Васильева и А.В. Фатеева в 1961 г. вышла в свет монография «Проектирование и расчёт следящих систем и систем управления», авторами которой были не только преподаватели ЛЭТИ, но и сотрудники ЦНИИ «Гранит».

В 50-х гг. возникла необходимость широкого применения средств электрификации и автоматизации на морских судах. В ЛЭТИ начала активно функционировать вновь созданная кафедра электрооборудования судов. Многие годы ее возглавлял ученик С.А. Ринкевича профессор Борис Иванович Норневский, который ещё до войны стал крупным специалистом в области судовой электротехники и автоматики. Он был автором большого количества работ по судовому электрооборудованию и электродвигателям. Под руководством Б.И. Норневского в институте в 50-е гг. проводились работы по правительственному постановлению, связанные с автоматизацией электроэнергетических установок на атомном ледоколе «В.И. Ленин». В соавторстве с профессором Д.В. Васильевым и доцентом В.А. Михайловым Б.И. Норневский написал в 1961 г. учебник «Судовые автоматизированные установки» и в 1965 г. учебное пособие «Автоматизация судовых установок». Оба эти издания с грифом МВ и ССО СССР явились первыми в стране учебными пособиями по соответствующей дисциплине.

2. Формирование и развитие научных школ ЛЭТИ по управлению и вычислительной технике в 60-е годы

К началу 60-х гг. кафедра автоматики и телемеханики стала одной из самых больших кафедр института как по количеству преподавателей, так и по числу научных сотрудников и аспирантов. В составе кафедры работало четыре учебно-научных цикла, каждый из которых представлял самостоятельный коллектив педагогов и ученых, работающий в определенном направлении теории и практики автоматики и телемеханики: системы автоматического регулирования и управления, систем телемеханики и телеуправления, электронные и электромагнитные элементы и устройства.

Основным циклом на кафедре всегда был цикл систем автоматического регулирования и управления. Формальным руководителем этого цикла считался сам А.В. Фатеев, но фактически циклом руководил доцент Александр Александрович Вавилов, который в эти годы работал над созданием частотных методов анализа и

синтеза нелинейных систем автоматического управления. Он разработал методику синтеза нелинейных колебательных систем с заданным коэффициентом затухания и оригинальный метод исследования автоколебаний в нелинейных системах с помощью логарифмических частотных характеристик. Под руководством А.А. Вавилова проводились научные работы по созданию частотных методов синтеза взаимно-связных следящих систем. Позднее результаты этой работы были отражены в монографии «Силовые электромеханические системы копировально-фрезерных станков» (1964). В эти годы А.А. Вавилов занимался и системами с переменной структурой, его интересовало использование для их расчета также частотных методов.

Системам с переменной структурой были посвящены кандидатская и докторская диссертации профессора Евгения Ивановича Хлыпало (ученика академика Евгения Павловича Попова), одного из начальников отдела ЦНИИ «Гранит». Е.И. Хлыпало называл эти системы системами с нелинейной динамической коррекцией и посвятил им две монографии. В конце 60-х гг. Е.И. Хлыпало – профессор на кафедре автоматики и телемеханики и по совместительству начальник отдела в ЦНИИ. Евгений Иванович был крупным специалистом в области систем управления летательными аппаратами. Он предложил различные методы нелинейной коррекции систем управления. Ближайшим коллегой Е.И. Хлыпало в ЦНИИ был его сотрудник и ученик Сергей Николаевич Шаров, который под его руководством подготовил и защитил кандидатскую диссертацию. Позднее в 80-х гг. С.Н. Шаров защитил в ЛЭТИ докторскую диссертацию, стал профессором и заведующим кафедрой систем автоматического управления в Ленинградском военно-механическом институте. Так же как и у Е.И. Хлыпало, его работы были посвящены частотным методам расчёта нелинейных систем автоматического управления на основе эквивалентной гармонической линеаризации.

Важными в 60-х гг. в связи с расширением сферы объектов управления и автоматизации становятся проблемы моделирования и идентификации. В связи с широким применением в эти годы частотных методов для расчёта линейных и нелинейных систем регулирования весьма актуальной задачей являлась разработка частотных методов экспериментального исследования систем, методов измерения и аппаратуры для определения частотных характеристик систем и их элементов. Работы по экспериментальному исследованию систем управления были начаты на кафедре автоматики и телемеханики под руководством А.А. Вавилова ещё в 1954 г. В 1963 г. вышла в свет написанная А.А. Вавиловым и А.И. Солодовниковым одна из первых отечественных монографий «Экспериментальное определение частотных характеристик автоматических систем». С этого времени разработка методов идентификации и моделирования систем автоматического регулирования становится одним из направлений в научной работе кафедры.

В начале 60-х гг. на кафедре проводились научно-исследовательские работы по созданию многоканальных регуляторов для объединения «Позитрон» и ГСКБ СКА. В результате этих работ А.А. Вавилов, В.Б. Яковлев и В.А. Терехов создали первый в мире общепромышленный многоканальный регулятор на базе многоточечного автоматического компенсатора. На эту разработку было получено авторское свидетельство и несколько зарубежных патентов. Начались исследования и разработки в области нового научно-технического направления – теории и применения многоканальных систем и средств автоматического контроля и управления. А.А. Вавиловым и В.Б. Яковлевым был разработан метод расчета дискретных систем, основанный на замене малых постоянных времени эквивалентным запаздыванием, а также методы анализа и синтеза линейных и нелинейных импульсных систем с помощью логарифмических частотных характеристик.

Большой вклад в построение математических моделей объектов строительного и нефтехимического производства внесли работы В.А. Олейникова. Сам Олейников продолжал работу в области автоматизации горной и нефтехимической промышлен-

ленности в сотрудничестве с кафедрой автоматизации технологических процессов Ленинградского горного института. Результаты этих приоритетных в своей области работ отражены в монографиях, вышедших в свет в издательстве «Недра».

В 60-е гг. в теории управления в связи с освоением космоса и бурным развитием ракетной техники центральными становятся проблемы оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина и метод динамического программирования Беллмана создали хорошую математическую основу для разработки инженерных методов анализа и синтеза оптимальных систем. В отличие от А.А. Вавилова доцент Виктор Алексеевич Олейников для расчета систем управления использовал не частотные характеристики, а дифференциальные уравнения. К началу 60-х гг. В.А. Олейников стал видным учёным в области оптимального управления. Он использовал принцип максимума Понтрягина и сформулировал условия общности положения для нелинейных систем. В.А. Олейников один из первых в стране начал читать лекции для студентов по экстремальным и оптимальным системам. С 1963 г. на кафедре под руководством В.А. Олейникова функционировала учебная лаборатория оптимальных и экстремальных систем. В 1969 г. он вместе с преподавателями кафедры Н.С. Зотовым, А.М. Пришвиным и Н.В. Соловьёвым подготовил и опубликовал в издательстве «Высшая школа» одно из первых в стране учебное пособие «Оптимальные и экстремальные системы управления» и задачник по этой дисциплине с грифом МВ и ССО СССР.

В 60-е гг. в СССР одним из актуальных направлений теории автоматического управления стала теория инвариантности. По инициативе академика АН СССР Б.Н. Петрова и выпускника кафедры автоматики ЛЭТИ 1938 г. члена-корреспондента АН УССР профессора А.Г. Ивахненко в Киеве регулярно проводились Всесоюзные конференции по теории инвариантности в управлении. Кафедра автоматики и телемеханики принимала активное участие во всех конференциях и совещаниях по этому направлению. А.А. Вавилов, В.А. Терехов и В.Б. Яковлев неоднократно выступали с докладами, посвященными разработке метода структурного и параметрического синтеза инвариантных регуляторов. В одном из этих докладов были рассмотрены различные формы инвариантности на основе функций чувствительности и установлена связь между чувствительностью и инвариантностью в системах управления, в другом – для реализации условий инвариантности в дискретных системах был предложен новый принцип – принцип временного разделения измерения и управления.

Инвариантным системам управления были посвящены кандидатские диссертации аспирантов А.А. Безвизконного и В.А. Терехова. А.А. Вавиловым и А.А. Безвизконным были разработаны специальные номограммы, связывающие параметры системы с показателями качества процессов при различных воздействиях на систему. Эти номограммы являются дальнейшим развитием известных номограмм Г. Честната и Р.В. Майера. Они существенно расширяют класс синтезируемых систем и позволяют осуществлять синтез систем с минимальным временем переходного процесса при заданном максимальном значении ошибки.

Работы кафедры в области теории инвариантности остались актуальными и в 80-е гг. Позднее В.Б. Яковлев и с Д.Х. Имаев в 1988 г. опубликовали в журнале «International Control Journal» статью «Синтез инвариантных систем управления», в которой познакомили Запад с достижениями учёных кафедры в этой области.

В связи с комплексной автоматизацией производственных процессов в 60-е гг. подготовкой инженеров и проблемами в области автоматических систем управления стали заниматься кафедра электрификации и автоматизации промышленности, в прошлом первая в стране кафедра электропривода, которую организовал и возглавлял профессор С.Н. Ринкевич – основоположник отечественной школы электропривода. Преемником С.Н. Ринкевича стал заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор Артемий Васильевич Башарин, который руководил кафедрой более 30 лет:

с 1955 по 1986 гг. А.В. Башарин защитил докторскую диссертацию в 1960 г. Она была посвящена созданию графоаналитического метода расчета нелинейных автоматических систем на основе метода интегрирования дифференциальных уравнений, предложенного великим Эйлером. Метод Башарина позволял не только определять переходные процессы, но и осуществлять синтез нелинейных корректирующих устройств. По материалам своей диссертации профессор А.В. Башарин опубликовал в 1972 г. монографию «Расчёт нелинейных систем автоматического управления». По его же инициативе в 1962 г. кафедра электропривода переименована в кафедру электрификации и автоматизации промышленных предприятий. Среди учеников А.В. Башарина – доктора технических наук профессора Л.Н. Рассудов, В.И. Плескунин, В.В. Новиков, Г.Г. Соколовский, А.А. Колесников и др. Заслуженный деятель науки и техники России, доктор технических наук профессор Л.Н. Рассудов стал его преемником на кафедре и проректором ЛЭТИ. Заслуженный деятель науки и техники России, доктор технических наук профессор А.А. Колесников многие годы возглавлял кафедру автоматики Таганрогского радиотехнического института. Он создатель нового научного направления в области управления – синергетической теории управления, которая базируется на использовании идей и принципов синергетики при синтезе систем.

В 1959 г. по инициативе А.В. Фатеева и А.В. Башарина при двух кафедрах «Автоматика и телемеханика» и «Электрификация и автоматизация промпредприятий» была создана первая в ЛЭТИ межфакультетская научно-исследовательская лаборатория электрификации и автоматизации производства (ЭЛАП), позднее названная отраслевой лабораторией автоматизации судостроительной промышленности (ОНИЛ АСП). В лаборатории начались пионерские работы в области автоматизации технологических и производственных процессов. Одной из них была работа по созданию первых в стране автоматических систем бесконтактного управления газовыми турбинами для компрессорных газоперекачивающих станций. Под руководством А.А. Вавилова, А.В. Башарина, В.А. Олейникова, Л.П. Смольникова и В.Г. Кеппермана начались работы по автоматическим системам с числовым программным управлением станками, прокатными станами и различным промышленным оборудованием.

Профессор кафедры автоматики и телемеханики Роберт Иванович Юргенсон уже до войны считался крупным специалистом в области телемеханики и телеуправления. В начале 50-х гг. он читал уникальный для того времени курс по телеуправлению, в котором излагал студентам целые разделы из своей докторской работы, позднее опубликованной в виде монографии «Синтез кодирующих и декодирующих устройств телемеханики дискретного действия». Много внимания в этом курсе впервые в телемеханике уделялось вопросам кодирования, геометрическим моделям кодов, вопросам повышения помехоустойчивости и надежности дискретных систем передачи информации. Благодаря Р.И. Юргенсону на кафедре были заложены основы для развития научного направления, связанного с теорией и проектированием дискретных систем передачи и обработки информации, которое впоследствии развивал его ученик профессор Б.Я. Советов, ставший впоследствии действительным членом Академии образования России.

Доцент кафедры Владимир Иванович Анисимов одним из первых в высшей школе в 1956 г. начал читать лекции по полупроводниковой схемотехнике, и не только для студентов. Публичные лекции В.И. Анисимова в Выборгском Доме культуры Ленинграда для инженеров пользовались очень большой популярностью и часто попасть туда могли не все желающие. Чтобы прослушать их, нужно было заранее записываться в Ленинградском доме научно-технической пропаганды (ЛДНТП) на Невском проспекте. Большой вклад В.И. Анисимов внёс в содержание курса «Электронные устройства автоматики и телемеханики». Благодаря его усилиям осуществлялась своевременная модернизация курса в соответствии с развитием элементной базы. В значительной степени под его влиянием этот курс постепенно становился курсом

по микросхемотехнике и электронным цепям. Его исследовательская группа работала над созданием схем операционных широкополосных транзисторных усилителей и высокоточных транзисторных модуляторов и демодуляторов. Эти работы послужили основой для проведения в 60-е гг. дальнейших исследований в этой области, которые были отражены позднее в оригинальной монографии «Транзисторные модуляторы», написанной в соавторстве с его учеником Александром Павловичем Голубевым, выпускником кафедры автоматики и телемеханики. А.П. Голубев позднее стал доктором технических наук, крупным специалистом по микросхемотехнике и работал в области микроэлектроники в Зеленограде и НПО «Светлана».

Цикл электромагнитной техники на кафедре возглавлял доцент Борис Ильич Аранович. Под его руководством работал Борис Викторович Шамрай, впоследствии декан факультета автоматики и вычислительной техники ЛЭТИ, профессор, зав. кафедрой автоматики и ректор Северо-Западного политехнического института. Их усилиями на кафедре была создана учебная лаборатория по электромагнитной технике и магнитным усилителям. У Б.И. Арановича были хорошие деловые связи со многими организациями и специалистами в этой области, в том числе со знаменитым в то время советским корифеем по магнитным усилителям из Института автоматики и телемеханики в Москве профессором М.А. Розенблатом. Так же как и В.А. Анисимов, Б.И. Аранович в своих лекциях своевременно переходил на новую элементную базу в области электромагнитной техники. Под руководством Б.И. Арановича на кафедре уже в довоенное время была создана на электромеханических реле одна из первых в стране управляющих вычислительных машин, работавшая в двоичной системе. Б.И. Аранович был также автором и одного из первых учебных пособий по курсу электромагнитной техники в автоматике и телемеханике.

В 1960 г. заведующим кафедрой счетно-решающей техники, получившей название кафедры вычислительной техники (ВТ), стал доцент Владимир Борисович Смолов, к этому времени уже видный ученый в области специализированной вычислительной техники для управления и обработки информации. Он руководил кафедрой почти тридцать лет до 1989 г. В 1962 г. доцент кафедры А.Н. Лебедев защитил докторскую диссертацию, внесшую существенный вклад в теорию и методы проектирования средств управляющей вычислительной техники по критериям точности и устойчивости. В следующем году защитил докторскую диссертацию и сам В.Б. Смолов в форме доклада по опубликованным научным трудам в области теории и методики проектирования аналоговых, гибридных и цифровых функциональных преобразователей для управляющих систем реального времени. Профессорами А.Н. Лебедевым и В.Б. Смоловым и их учениками были подготовлены и опубликованы одни из первых в стране учебные пособия по вычислительным машинам непрерывного действия, а также по магнитным устройствам вычислительных машин, комбинированным вычислительным устройствам, элементам и узлам цифровых устройств.

Основным научным направлением кафедры ВТ было решение теоретических и прикладных задач создания специализированных средств вычислительной техники для решения задач управления, измерения, контроля и диагностики. По этому направлению в 60-е гг. на кафедре проводились важные научно-исследовательские работы по правительственным постановлениям и планам АН СССР.

В 1966 г. в ЛЭТИ по инициативе профессоров Бориса Ивановича Норневского в ЛЭТИ был организован первый в стране факультет корабельной электротехники и автоматики (ФКЭА). В составе факультета с самого его основания работали четыре выпускающие кафедры: «Электрооборудование судов» по одноименной специальности – во главе с профессором Б.И. Норневским; «Корабельная радиотехника» по специальности «Радиотехника» – во главе с профессором В.И. Винокуровым; кафедра «Корабельные системы управления» по одноименной специальности – во главе

с профессором И.Р. Фрейдзоном и кафедре «Гироскопические и автономные системы» по специальности «Гироскопические приборы и устройства» – во главе с профессором П.И. Сайдовым. Все кафедры факультета имели прочную связь не только с промышленными и научно-исследовательскими организациями Министерства судостроительной промышленности Ленинграда, но и с предприятиями других министерств, связанных с флотом. Многие ведущие сотрудники этих организаций были по совместительству преподавателями на кафедрах факультета. На факультете корабельной электротехники, радиотехники и автоматики были организованы базовые кафедры совместно с Министерством судостроительной промышленности в ЦНИИ «Аврора» во главе с генеральным директором О.И. Демченко, в НИИ «Ритм» во главе с генеральным директором Б.Н. Токаревым.

Заслуженный деятель науки и техники РСФСР профессор Исаак Рубинович Фрейдзон, как и Борис Иванович Норневский, был известным специалистом в области судовой автоматики и управления. Многие годы он руководил военно-морской кафедрой. И.Р. Фрейдзон был автором многочисленных монографий и учебных пособий по корабельным автоматическим системам и устройствам. Одно из направлений его научной деятельности связано с проблемой освоения мирового океана и автоматическими системами стабилизации плавучих платформ. Его авторитет как учёного был очень высоким не только в промышленности и на флоте, но и в академической среде. В течение многих лет он сотрудничал с академиком А.И. Бергом и был руководителем секции Научного совета АН СССР по кибернетике.

3. Развитие научных школ ЛЭТИ по управлению и вычислительной технике под руководством А.А. Вавилова

В 1967 г. доцент кафедры автоматики и телемеханики Александр Александрович Вавилов назначается ректором ЛЭТИ, а в следующем году защищает докторскую диссертацию по совокупности опубликованных работ на тему «Разработка частотных методов исследования и расчёта нелинейных систем автоматического управления». В монографиях, учебных пособиях и статьях А.А. Вавиловым изложены основополагающие результаты, полученные им в процессе разработки и исследования частотных методов анализа, синтеза и оптимизации нелинейных автоматических систем управления. А.А. Вавилов разработал инженерные методы исследования абсолютной устойчивости процессов и положения равновесия в нелинейных системах, с появлением его работ, частотные методы анализа и синтеза нелинейных систем стали достоянием широкого круга проектировщиков благодаря их чрезвычайной простоте и наглядности.

В начале 60-х гг. появилась так называемая «современная теория управления», в основе которой был метод пространства состояний, базирующийся на матричной алгебре. На кафедре автоматики и телемеханики В.И. Анисимов начал заниматься применением матричных и графовых методов для расчёта электронных цепей. Работы В.И. Анисимова в эти годы заложили основы нового научного направления в ЛЭТИ, связанного с разработкой машинных методов расчёта электронных цепей, которое позднее стало называться системами автоматизированного проектирования (САПР). В 1969 г. В.И. Анисимов защитил докторскую диссертацию на тему «Обобщенные методы анализа электронных устройств вычислительной техники и систем управления», в которой разработал обобщенный граф и матричный метод для анализа и синтеза электронных цепей. Результаты этой работы изложены в его монографии «Топологический расчет электронных схем», которую он опубликовал значительно позднее – в 1977 г.

Большой вклад в разработку теории и инженерных методов расчета оптимальных нелинейных систем управления внесли в эти годы В.А. Олейников и Л.П. Смольников. Их труды составляют значительную часть исследований, проводимых на кафедре в 60-е гг. В.А. Олейников подготовил и защитил докторскую диссертацию «Оптимальные

нелинейные системы автоматического управления». В ней он предложил подход к анализу и синтезу оптимальных управлений в нелинейных системах на основе принципа максимума и структурного представления объекта, разработал множество приёмов и способов исследования процессов, базирующихся на сформулированных им условиях общности положения, качественной теории дифференциальных уравнений и анализе функциональных матриц. Вопросам теории квазиоптимальных систем управления были посвящены работы Л.П. Смольникова. В основе этих работ лежит предложенный им метод типовых фазовых характеристик и траекторий для систем с кусочно-линейными характеристиками, что стало предметом его докторской диссертации. Основные результаты Л.П. Смольникова изложены в его монографиях. Профессорами В.А. Олейниковым и Л.П. Смольниковым была создана в ЛЭТИ одна из первых в технических вузах страны научно-педагогическая школа в области оптимального управления.

В 1968 г. А.А. Вавилов становится председателем научно-методического совета Министерства высшего образования СССР по специальности 0606 – «Автоматика и телемеханика», а В.Б. Яковлев – ученым секретарем. С этого времени кафедра автоматки становится головной в стране по этой специальности, и её деятельность по существу определяют содержание и перспективы развития специальности. До 1969 г. специальность 0606 не имела специализаций. По предложению А.А. Вавилова были введены две специализации: «Элементы и устройства автоматки и телемеханики» и «Схемы и системы автоматки и телемеханики». В 1969 г. при ведущих вузах Министерства высшего и среднего образования РСФСР формируются Главные советы по различным направлениям науки и образования. Благодаря А.А. Вавилову Главной совет по автоматке и системам управления Министерства высшего и среднего образования РСФСР оказывается в ЛЭТИ. Первым председателем совета стал профессор А.В. Фатеев. В течение более десяти лет, начиная с 1969 г., учёным секретарём совета работал доцент кафедры В.А. Терехов. Таким образом, к концу 60-х гг. кафедра автоматки и телемеханики становится головной кафедрой в стране по специальности 0606 – «Автоматика и телемеханика».

В 1967 г. в ЛЭТИ организуется один из первых в стране факультет повышения квалификации преподавателей по специальностям в области радиотехники, электроники, микроэлектроники, автоматки, вычислительной техники и систем управления. В этом же году в числе первых в стране при ЛЭТИ был создан факультет повышения квалификации инженерно-технических работников по этим направлениям. В 1968 г. в институте проводится Всесоюзное совещание заведующих кафедрами по ряду специальностей в области автоматизации, управления, вычислительной техники, радиотехники и электроники. На нем принимается ряд важных решений о совершенствовании подготовки инженеров в области математики, применения вычислительной техники, теории управления и автоматизации проектирования в стране. Появление факультета повышения квалификации потребовало от преподавателей института постановки ряда новых курсов и лабораторий.

В 1968 г. в Ленинграде произошло ещё одно очень важное событие. В помещении Дворца Труда состоялось впервые общее собрание учёных Ленинграда, работающих в области автоматизации и процессов управления. На этом собрании состоялись выборы Бюро и председателя Ленинградской территориальной группы. Председателем был избран А.А. Вавилов, а ученым секретарем – его ученик доцент В.Б. Яковлев. Базовой организацией был определён ЛЭТИ. С этого года кафедра автоматки и телемеханики ЛЭТИ стала принимать самое непосредственное участие во всех мероприятиях, которые проходили в Ленинграде под линии Национального Комитета по автоматическому управлению СССР в рамках ИФАК.

В 70-е гг. в связи с бурным развитием вычислительной техники и систем управления, а также все более широкого их применения во всех областях науки и техники

по инициативе ректора А.А. Вавилова в ЛЭТИ появился ряд новых специальностей и кафедр в этом направлении. В конце 60-х гг. в ряде вузов страны началась подготовка специалистов по новой специальности 0647 – «Прикладная математика». В 1967 г. по предложению ректора подготовка инженеров-математиков была поручена кафедре вычислительной техники, и она стала единственной тогда кафедрой в Союзе, осуществляющей выпуск специалистов по двум специальностям: 0606 и 0647.

После скоропостижной смерти А.В. Фатеева (в июне 1971 г.) кафедру возглавил А.А. Вавилов. К этому времени в рамках одной кафедры осуществлялась подготовка специалистов по двум специальностям 0606 и 0646, каждая из которых была связана с применением вычислительной техники в задачах автоматизации процессов управления и обработки информации. В то же время всё более явно проявлялось разделение преподавателей и сотрудников кафедры на специалистов по разработке систем и специалистов по проектированию элементов и устройств. В 1971 г. циклы электроники и электромагнитной техники преобразуются в самостоятельное подразделение института, которое выделяется из кафедры автоматики и телемеханики в виде кафедры электронных и магнитных цепей (ЭМЦ) во главе с профессором В.И. Анисимовым. Основное научное направление новой кафедры – разработка машинных методов проектирования электронных и магнитных цепей. По существу это была одна из первых в стране кафедр автоматизированного проектирования. Первоначально она готовила специалистов по системам автоматизированного проектирования в рамках специальности 0606 – «Автоматика и телемеханика». Впоследствии, после появления новой специальности 0645 – «Системы автоматизированного проектирования», кафедра ЭМЦ переименовывается в кафедру САПР и готовит инженеров по этой специальности.

В это время в стране широко развернулись работы по созданию автоматизированных систем управления (АСУ) всех уровней от отдельного предприятия до целых министерств. АСУ должны были стать помощником руководителей, выдавая им сводную информацию о состоянии управляемых ими объектов. В 1971 г. по инициативе А.А. Вавилова на кафедре автоматики и телемеханики ЛЭТИ появилась новая специальность 0646 – «Автоматизированные системы управления».

В 1972 г. доцент кафедры автоматики и телемеханики Б.Я. Советов защитил докторскую диссертацию на тему «Помехоустойчивость и надежность больших цифровых автоматизированных систем обработки информации». С этого времени он стал руководителем подготовки инженеров-кадров по специальности 0646 – «Автоматизированные системы управления».

В 1978 г. В.Б. Яковлев в своей докторской диссертации «Разработка методов расчета нелинейных импульсных систем и многоканальных регуляторов» обобщил полученные им и его учениками результаты в теории нелинейных импульсных систем и разработал теорию систем многоканального управления, ставшую научной основой структурной и технической реализации многоканальных систем управления. В диссертации был получен ряд существенных результатов, связанных с развитием частотных и временных методов анализа и синтеза нелинейных дискретных систем. Ученик В.Б. Яковлева бывший аспирант В.М. Муттер на основе частотных методов расчета дискретных систем, базирующихся на критерии абсолютной устойчивости и эквивалентной гармонической линеаризации, подготовил и защитил в 1977 г. докторскую диссертацию на тему «Исследование и разработка аналого-цифровых средств управления и регулирования».

В 70-е гг. вырос и укрепился авторитет кафедры ВТ ЛЭТИ не только как крупнейшей в стране кафедры по подготовке инженеров, но и как мощного центра теоретических исследований и подготовки научных кадров высшей квалификации в области вычислительной техники и информатики. В эти годы защитили докторские диссер-

тации и стали профессорами ученики В.Б. Смолова: Е.П. Балашов, Е.П. Угрюмов, Е.А. Чернявский, В.В. Барашенков и А.В. Плотников. Их диссертации были посвящены теории и созданию функционально ориентированных цифровых микроэлектронных процессоров, гибридных вычислительных устройств, цифровых вычислительных управляющих систем реального времени, систем автоматизации проектирования средств вычислительной техники. Результаты этих работ отражены в опубликованных ими монографиях и учебных пособиях. В эти же годы защищал докторскую диссертацию В.Н. Качурин, в которой предложил метод анализа дискретных систем управления на основе ганкелевых матриц. В конце 70-х гг. доценты Л.А. Шумилов и С.Т. Хвощ начали работы по новому для кафедры научному направлению – исследованию и разработке структур больших и сверхбольших интегральных схем. По их инициативе в 1979 г. на кафедре появилась отраслевая лаборатория больших интегральных схем (ОЛБИС) при Министерстве электронной промышленности. В 70-е гг. на кафедре ВТ работало 50 кандидатов и 12 докторов наук.

В стране и за рубежом пользовались заслуженным авторитетом научные школы, основоположниками которых были профессора А.Н. Лебедев, В.Б. Смоллов, Е.П. Балашов, Е.П. Угрюмов. Через ученые советы ЛЭТИ прошли защиты докторских диссертаций многих заведующих кафедрами ВТ других вузов страны: С.А. Майорова (ЛИТМО), Н.П. Вашкевича и К.А. Сапожкова (Пензенский ПИ), Е.К. Бутакова (Севастопольский ПИ), Р.О. Паламарюка (Рязанский РТИ), В.В. Яковлева (ЛИИЖТ), Л.К. Самойлова (ТРТИ), Э. Тыгу (Галлинский ПИ), а также представителей промышленности: В. Селютин (НПО «Позитрон»), С.К. Забара (Киевский НИИПО), В. Гуляева (АН УССР) и др.

В 1978 г. в ЛЭТИ из состава кафедры вычислительной техники выделился новый коллектив – кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ (МО ЭВМ), которая стала готовить инженеров – математиков по специальности 0647 – «Прикладная математика». Организатором кафедры МО ЭВМ стал проректор института по учебной работе профессор Владимир Иванович Тимохин, который успешно руководил ею в течение 15 лет. В.И. Тимохин – известный ученый, работавший в области распознавания образов, искусственного интеллекта, применения информационных технологий в космических исследованиях, гидроакустике и других областях. В.И. Тимохин сумел привлечь на кафедру известных ученых в области кибернетики, докторов наук профессоров Н.Г. Болдырева, В.И. Варшавского, Р.А. Полуэктова, А.Р. Лисса, Н.Е. Барабанова. Н.Г. Болдырев возглавлял Ленинградский филиал математического института имени В.И. Стеклова.

Профессор В.И. Варшавский – один из пионеров кибернетики в нашей стране, работал в ЛЭТИ на кафедре ВТ с 1973 г. Он автор фундаментальных трудов по синтезу и коллективному поведению автоматов, которые были изданы не только в нашей стране, но и за рубежом. Более 20 лет под руководством В.И. Варшавского в ЛЭТИ проводились исследования в области асинхронной вычислительной техники. По результатам работ были написаны и опубликованы оригинальные монографии, в их числе вышедшая в свет в 1986 г. под редакцией В.И. Варшавского работа «Автоматное управление асинхронными процессами». В последующие годы В.И. Варшавский и его ученики – преподаватели и аспиранты кафедры Л.Я. Розенблюм, В.Б. Мараховский, А.В. Яковлев, М.А. Кишеневский, А.Ю. Кондратьев, выезжавшие и работавшие за рубежом, стали известными специалистами в области вычислительной техники и информатики. Р.А. Полуэктов – крупный ученый в области моделирования и процессов управления в экосистемах. А.Р. Лисс – доктор физико-математических наук, крупный специалист в области гидроакустики. Н.Е. Барабанов – доктор физико-математических наук, представитель научной школы В.А. Якубовича, известный ученый в области абсолютной устойчивости в теории управления.

С 1988 г. кафедра МО ЭВМ готовит инженеров-программистов по специальности 2204 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». По этой специальности она стала головной в стране, а профессор В.И. Тимохин стал председателем Научно-методического совета МВ и ССО СССР. В 70-е гг. сотрудниками кафедр ВТ и МО ЭВМ были подготовлены многочисленные учебные пособия, в их числе фундаментальные учебники В.Б. Смолова «Аналоговые вычислительные машины» и Е.П. Угрюмова «Элементы и узлы ЭВМ». Оба этих учебника выходили в свет с грифом МВ и ССО СССР и впоследствии несколько раз переиздавались.

В 1979 г. кафедру информационно-измерительной техники возглавил ученик В.Б. Смолова профессор Евгений Александрович Чернявский, являющийся признанным специалистом в области автоматических измерительно-вычислительных систем. В научно-исследовательских работах кафедры появились новые направления: разработка и создание программируемых измерительных устройств, автоматизация проектирования информационно измерительных средств и систем, интеллектуальные измерительные средства. В 1981 г. вышли в свет монография «Адаптивные телеизмерительные системы», а в 1989 г. – учебное пособие «Измерительно-вычислительные средства автоматизации производственных процессов», подготовленные сотрудниками кафедры и широко используемые для подготовки специалистов в области информационно-измерительной техники.

Профессор Анатолий Ильич Губинский до перехода в ЛЭТИ был капитаном 1 ранга и служил в Военно-морской академии в должности начальника кафедры. Он был уже крупным авторитетом в области эрготехнических систем, руководителем ленинградской научной школы в эргономике, и его приход на кафедру автоматики и телемеханики способствовал её укреплению, расширению контактов и связей. А.И. Губинский был связан по своей научной работе со многими крупными организациями нашей страны. Одной из таких организаций был Центр подготовки космонавтов под Москвой. Благодаря его настойчивости и авторитету на кафедре начались совместные научные работы с Центром, в которых принимали участие космонавты. Многие из них стали регулярно бывать в ЛЭТИ и выступать с докладами о космических полётах перед сотрудниками и студентами. Под руководством А.И. Губинского в Ленинграде сформировалась научная школа «Эффективность, качество и надежность эрготехнических систем». В рамках научной школы в течение многих лет в нашей стране проводились регулярные Всесоюзные совещания по проблемам эргономики и системам «Человек-техника».

В 1977 г. на кафедре автоматики и процессов управления при ГСКБ СКА в составе научно-производственного объединения «Лентеплоприбор» была организована базовая кафедра конструирования и технологии производства средств контроля и регулирования (заведующим кафедрой стал генеральный директор В.С. Тихонов). В 1979 г. была организована отраслевая лаборатория систем и средств контроля и управления Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР (руководителем лаборатории стал доцент В.А. Терехов). В.А. Терехов вместе с А.А. Вавиловым и В.Б. Яковлевым принимал активное участие в научных работах и создании многоканальных регуляторов общепромышленного применения. Предметом его научных исследований в то время были проблемы инвариантности и устойчивости систем управления с косвенным измерением возмущений или системы с пассивной адаптацией. Этой же тематике была посвящена его кандидатская диссертация и работы его аспирантов.

Исследования и подготовки инженеров в области автоматического управления развивались и на других кафедрах. В 1973 г. доцент кафедры электрификации и автоматизации промышленности Ю.А. Борцов защитил докторскую диссертацию на тему «Обобщенные структурно-топологические методы исследования динамики про-

мышленных систем электропривода», в которой впервые значительное место уделено вопросам учёта жесткости редукторов в электроприводах. После защиты основным направлением деятельности профессора Ю.А. Борцова стала разработка теории и практики адаптивных промышленных электроприводов и следящих систем. В период с 1977 по 1997 гг., когда Ю.А. Борцов возглавлял кафедру систем автоматического управления, он сформировал там научную школу по этому научному направлению.

Большую работу по подготовке научных кадров высшей квалификации в области судовой автоматики и управления через аспирантуру и докторантуру института проводили все кафедры ФКЭА. Среди преподавателей и сотрудников факультета, подготовивших и защитивших докторские диссертации по системам автоматического управления подводными аппаратами, были доценты Юрий Александрович Лукомский и Орест Сергеевич Попов. Они стали впоследствии профессорами и известными специалистами не только в нашей стране, но и за рубежом. Ю.А. Лукомский после И.Р. Фрейдзона возглавил кафедру корабельных систем управления. Доцент В.М. Сендюрев защитил докторскую диссертацию на тему «Теория и принципы автоматизации построения математических моделей судовых электроэнергетических систем». В диссертации создан метод, позволяющий при проектировании электроэнергетической системы судна одновременно воспроизвести на ЭВМ последствия любой аварийной ситуации. Выпускник ФКЭА доцент кафедры корабельных систем управления Олег Викторович Белый в течение многих лет работал ученым секретарём Междуведомственного координационного совета АН СССР в Ленинграде. Вместе с академиком Н.С. Соломенко он принял активное участие в создании в Ленинграде Института проблем транспорта АН СССР. Уже после смерти Н.С. Соломенко О.В. Белый защитил докторскую диссертацию и стал директором этого института.

Кафедра «Гироскопические приборы и устройства» в 1978 г. была переименована в кафедру автономных систем навигации и управления, а с 1985 г. после объединения с кафедрой теоретической механики стала называться «Автономная навигация, управление и механика». После П.И. Сайдова в течение многих лет кафедрой руководил профессор Дмитрий Павлович Лукьянов, который пришел в ЛЭТИ из Военно-воздушной инженерной академии имени А.Ф. Можайского по приглашению А.А. Вавилова. Доктор технических наук Д.П. Лукьянов к этому времени стал известным специалистом в области лазерных навигационных приборов. По его инициативе на кафедре сформировалось научное направление, связанное с исследованием и проектированием лазерных измерительных и навигационных систем стабилизации, ориентации и управления. Кафедра, единственная в стране среди родственных кафедр, готовит специалистов по навигационным системам на лазерных гироскопах.

В начале 70-х гг. в состав научно-исследовательской части ЛЭТИ вошло Особое конструкторское бюро биомедицинской кибернетики, возглавляемое лауреатом Ленинской и Государственных премий, заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, профессором Владимиром Михайловичем Ахутиным. Он же возглавил специальность и первую в стране кафедру биомедицинской электроники и охраны среды, организованную профессором О.Б. Лурье ещё в 50-е гг. при активном содействии академика А.И. Берга. Основным научным направлением кафедры становится разработка автоматизированных биотехнических систем различного назначения: для медицины и спорта, для целей эргономики, для аэрокосмических и гидробионических исследований. Интенсивно развивалось и Особое конструкторское бюро биологической и медицинской кибернетики, сегодня это – Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт биотехнических систем – научное учреждение, известное в России и за рубежом.

Среди офицеров–преподавателей и научных сотрудников военно-морской кафедры ЛЭТИ всегда были талантливые инженеры и учёные. Работая на кафедре, они гото-

вили и защищали кандидатские и докторские диссертации. Одним из таких преподавателей был Андрей Васильевич Мозгалевский, который стал преемником профессора В.А. Тимофеева в области технической диагностики. В 1974 г. он защитил докторскую диссертацию по проблемам надежности и диагностирования судового оборудования. Это направление впоследствии стало основным научным направлением военно-морской кафедры. А.В. Мозгалевский многие годы возглавлял научную школу не только ЛЭТИ, но и Ленинграда по диагностике и надежности технических систем.

Научно-техническая революция привела к бурному развитию вычислительной техники, автоматических и автоматизированных систем управления почти во всех областях науки и техники. В 1977 г. А.А. Вавилов назначается членом Президиума Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК) СССР и институт становится крупнейшим в стране центром по аттестации и подготовке научных кадров высшей квалификации в области управления, вычислительной техники и информатики. К началу 80-х гг. в ЛЭТИ для аттестации научных кадров высшей квалификации по этому направлению работало шесть кандидатских и шесть докторских специализированных советов по защита диссертаций по 18 научным специальностям.

В ЛЭТИ, где новым отраслям науки и техники всегда уделялось первостепенное внимание, кафедры, тематика которых оказалась наиболее тесно связана с кибернетикой, стали развиваться во второй половине двадцатого столетия особенно интенсивно. По инициативе А.А. Вавилова для совершенствования учебного процесса в институте вводятся обязательные общефакультетские и общеинститутские дисциплины, которые определяют лицо выпускника факультета и ЛЭТИ. По существу, учебные планы ЛЭТИ того времени были прообразами современных государственных стандартов по специальностям и направлениям. Такими общеинститутскими дисциплинами стали алгоритмические языки и программирование, применение вычислительных машин в инженерных расчетах, основы автоматизации и теории управления. Подготовкой инженеров в области вычислительной техники и автоматизации процессов управления были охвачены практически все факультеты института, в том числе и кафедра военно-морской подготовки.

На факультете автоматики и вычислительной техники (ФАВТ) фактически все кафедры готовили инженеров по технической кибернетике. Обязательными общефакультетскими дисциплинами были: алгоритмические языки и программирование, метрология и электрические измерения, электронные и электромагнитные цепи или схемотехника, вычислительные машины и системы, теория управления, теория информации. Все выпускающие кафедры факультета участвовали в учебном процессе на смежных кафедрах. На ЭЭФ инженеров в области автоматизации управления готовили кафедры САУ и кафедра ЭАП. На радиотехническом факультете инженеров по системам управления готовила кафедра радиотехнических систем, которую возглавлял профессор Юрий Михайлович Казаринов, также как и А.А. Вавилов, бывший фронтовик, его близкий товарищ и сосед по дому на Кировском проспекте. На кафедре микроэлектроники этого факультета, которую по предложению А.А. Вавилова возглавил бывший генеральный директор НПО «Ленинец» лауреат Ленинской премии, профессор Вениамин Иванович Смирнов, готовили специалистов по автоматизации проектирования микросхем. На электрофизическом факультете инженерам-физикам читался курс «Основы автоматики и теории управления». Кроме этого, на кафедрах акустики и биомедицинской электроники читался курс по основам теории автоматического управления. На факультете электронной техники для всех специальностей читался курс по основам теории управления и АСУ ТП. Кафедра биомедицинской электроники под руководством профессора В.М. Ахутина в рамках существующей специальности начала готовить инженеров по биотехническим системам.

В 1980 г. в жизни института произошло знаменательное событие. Впервые в истории ЛЭТИ на его базе состоялось выездное заседание Отделения механики и процессов

управления АН СССР. В институт приехали во главе с вице-президентом АН СССР, руководителем Отделения академиком Б.Н. Петровым академики А.А. Воронов, Н.Н. Исанин, А.Ю. Ишлинский, Н.Н. Красовский, В.В. Новожилов, К.В. Фролов; члены-корреспонденты С.В. Емельянов, И.М. Макаров, Б.Н. Наумов, Я.З. Цыпкин. Такое важное мероприятие могло состояться в институте только благодаря большому авторитету Александра Александровича Вавилова как учёного и прекрасному отношению к нему в Академии со стороны как руководителя Отделения вице-президента Академии, так и других академиков и членов-корреспондентов.

В 80-е гг. продолжалось интенсивное развитие теории автоматического управления. В теории управления этих лет одним из основных направлений были исследования в области теории больших и сложных систем управления. А.А. Вавилов вместе со своими учениками, в первую очередь Д.Х. Имаевым и Б.Ф. Фоминым, также стал активно работать над проблемами общей теории систем и сложных систем управления. Им установлена зависимость фундаментальных свойств устойчивости, инвариантности и чувствительности от структурных особенностей систем управления. А.А. Вавилов предложил ранги неопределённости моделей систем: топологический (структура системы), структурный (структура операторов), параметрический. Соответственно выделились задачи топологического, структурного и параметрического анализа и синтеза. Рассмотрение структурных проблем привело А.А. Вавилова к выдвижению идеи эволюционного синтеза. Им были сформулированы общие принципы системного подхода к построению моделей, анализу и синтезу систем управления. Дальнейшее развитие структурного подхода было связано с рассмотрением сложных систем управления, образованных взаимодействующими подсистемами, имеющими свои собственные функции и цели. Появились иерархические структуры, для которых предложено понятие уровней причинно-следственной и функциональной интеграции.

К началу 80-х гг. были опубликованы работы, в которых предложены функционально-целевые графы для описания моделей сложных систем, методы поэтапной декомпозиции и эволюционного синтеза сложных систем на основе рангов неопределённости. Путём последовательного раскрытия неопределённости модели в соответствии с этими рангами существенно сокращается объём необходимых вычислений при оптимизации сложной системы. В числе этих работ монографии: «Структурный и параметрический синтез сложных систем», «Машинные методы расчёта систем управления», «Имитационное моделирование производственных систем».

В начале 80-х гг. в высших учебных заведениях страны началась новая компания по организации целевой интенсивной подготовки специалистов (ЦИПС). Основным смысл этого мероприятия заключался в подготовке инженеров, уже в студенческие годы ориентированных на выполнение конкретных задач того или иного предприятия, куда они должны были попадать в результате распределения на работу. Для организации ЦИПС вузы страны совместно с ведущими предприятиями отраслей и учреждениями АН СССР и Союзных республик стали создавать учебно-научные производственные комплексы (УНПК), в которых осуществлялось обучение студентов старших курсов по специальным дисциплинам. ЛЭТИ, как и многие ведущие вузы страны, стал активным участником этой компании. В институте такая целевая подготовка специалистов осуществлялась уже в течение многих лет, так как имелись базовые кафедры на предприятиях, а на ряде выпускающих кафедр существовали филиалы кафедр на предприятиях и отраслевые лаборатории. Выше уже упоминалось о учебно-исследовательском центре ЛЭТИ, НПО «Красная заря» и ЛИИАН, который был организован при кафедре автоматики и процессов управления. В 1983 г. был организован второй УНПК в составе кафедры АПУ на базе ЛНПО «Буревестник», где была базовая кафедра конструирования и технологии производства средств контроля и регулирования и отраслевая научно-исследовательская лаборатория средств контроля и управления.

Под руководством А.А. Вавилова к началу 80-х гг. кафедра автоматике и процессов управления ЛЭТИ становится крупнейшим в стране учебным и научно-исследовательским подразделением высшей школы по проблемам автоматизации и управления, в котором работает в общей сложности свыше двухсот сотрудников. В составе кафедры функционируют два учебно-исследовательских комплекса при научно-производственных объединениях, каждый из которых включает в себя базовые кафедры и отраслевые научно-исследовательские лаборатории. Общее число преподавателей, включая преподавателей базовых кафедр и совместителей, около 100 человек. Среди них 12 профессоров докторов наук, 76 кандидатов наук. Количество сотрудников научно-исследовательской части кафедры, включая отраслевые лаборатории центров и лабораторию ЭЛАП, превышает 100 человек. На кафедре ежегодно проходили подготовку свыше 20 очных и заочных аспирантов. Выпуск аспирантов в течение 1971–1982 гг. составил 173 человека, из них защитили диссертации в срок 91 и представили диссертации к защите 33 аспиранта. Наибольшее число аспирантов (22) пришлось на 1979 г. Успешно завершили обучение и защитились в этот же год 16 аспирантов.

В 1982 г. из состава кафедры АПУ выделился самостоятельный коллектив – кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ) во главе с профессором Б.Я. Советовым. По инициативе Бориса Яковлевича Советова специальность 0646 – «Автоматизированные системы управления» (АСУ) в 1984 г. была переименована в специальность «Автоматизированные системы обработки информации и управления» (АСОИУ), что более четко отражало единство процессов управления и обработки информации в содержании специальности и подготовке специалистов. Кафедра стала головной в стране по специальности 0646, а профессор Б.Я. Советов был назначен председателем научно-методического совета по этой специальности.

С 1979 г. в подготовке инженеров по кафедрам АПУ и АСОИУ активное участие принимают сотрудники базовой кафедры автоматизации научных исследований, возглавляемой директором Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН заслуженным деятелем науки и техники, д.т.н., профессором Р.М. Юсуповым (ныне членом-корреспондентом РАН). Кафедра АСОИУ является головной в России по специальности 2202 – «Автоматизированные системы обработки информации и управления» и определяет направление и перспективы подготовки инженеров по этой специальности в стране. Результаты научных исследований в области информатики и автоматизированного управления нашли отражение в концепциях информатизации Санкт-Петербурга и информатизации Российского образования. Разработанные электронные учебники широко применяются в школьном и высшем образовании. Ряд систем, созданных «под ключ», являются приоритетными в области защиты информации. На основе научного задела кафедры в 1991 г. по инициативе Б.Я. Советова в ЛЭТИ был организован Государственный научно-исследовательский институт моделирования и интеллектуализации сложных систем Министерства образования РФ.

4. Развитие научных школ ЛЭТИ по управлению и вычислительной технике в 80-е годы

В 1983 г. скоропостижно скончался Александр Александрович Вавилов, ректор института, замечательный человек, участник Великой Отечественной войны, отдавший институту всю свою сознательную жизнь и прошедший в нем путь от студента до члена-корреспондента АН СССР. Под руководством А.А. Вавилова к началу 80-х гг. ЛЭТИ стал крупнейшим учебным и научным центром в области радиотехники, электроники, микроэлектроники, управления, вычислительной техники и информатики не только Ленинграда, но и всей страны. На шести дневных и двух вечерних факультетах института обучалось свыше 8 тыс. студентов по двадцати двум специальностям инженерного образования. В аспирантуре практически по всем научным специальностям

в области управления, вычислительной техники и информатики обучалось более 500 аспирантов. Преподавательский состав института составлял более 1000 преподавателей, среди которых один академик, два члена-корреспондента, 114 докторов наук и более 700 кандидатов наук, 15 заслуженных деятелей науки и техники РСФСР, 20 лауреатов Ленинской и Государственной премий. В составе ЛЭТИ работали научно-исследовательский институт, конструкторские бюро и Республиканский центр микроэлектроники. В институте было 3 учебно-научных комплекса, 9 филиалов кафедр, 12 отраслевых и 2 проблемные лаборатории. Для подготовки и проведения аттестации научных кадров высшей квалификации в области управления, вычислительной техники и информатики в институте были сформированы и действовали в полной мере 12 специализированных советов по защитах кандидатских и докторских диссертаций по 18 научным специальностям.

После смерти А.А. Вавилова в 1983 г. кафедре автоматики и процессов управления возглавил его ученик профессор В.Б. Яковлев, в том же году он стал председателем Ленинградской территориальной группы НКАУ СССР. При кафедре остался и Головной совет по автоматике и системам управления и специализированный совет по защитах докторских диссертаций, председателем которого также был В.Б. Яковлев. В 1984 г. В.Б. Яковлев был назначен председателем НМС по специальности 0606. Ректором ЛЭТИ стал профессор Олег Васильевич Алексеев, доктор технических наук, лауреат Государственной премии, заведующий кафедрой радиоприемных устройств, известный специалист в области автоматизации проектирования радиоэлектронной аппаратуры.

В конце 70-х – начале 80-х гг., в связи с большой потребностью в специалистах по управлению, информатике и вычислительной технике, в рамках факультета переподготовки инженеров началась переподготовка инженерно-технических работников по различным специализациям, связанным с этими направлениями. В 1984 г. при кафедре автоматики и процессов управления началась переподготовка инженеров по специализации «Технические средства и системы управления ГАП». В эти годы расширяется сотрудничество кафедры с предприятиями Ленинграда, активно работающими в этой области, такими как НПО «Светлана», ЦКБ ТО, «Позитрон», «Феррит», «Электронмаш», ВИАСМ и НТО «Академия наук». Большую помощь в организации делового сотрудничества и совместных научных работ с упомянутыми организациями оказали выпускники и бывшие аспиранты кафедры, многие из которых стали ведущими специалистами этих предприятий. В 1986 г. организуется филиал кафедры при НПО «Электронмаш» для подготовки студентов в области технических средств систем управления ГАП. Организация этого филиала проводилась при активной поддержке руководства НПО в лице генерального директора НПО Павла Ивановича Радченко и его заместителя по научной работе Николая Алексеевича Смирнова, в прошлом одного из послевоенных выпускников и преподавателей кафедры вычислительной техники. Большую работу по организации учебного процесса на филиале проводил доцент Николай Николаевич Ершов, бывший студент, инженер, аспирант и старший научный сотрудник кафедры АПУ.

В 80-е гг. в стране и мире в связи с распространением управляющих машин и появлением персональных компьютеров особенно актуальными стали проблемы автоматизации научных исследований и промышленных испытаний. В ЛЭТИ этими проблемами стали заниматься на разных факультетах сразу же с появлением первых вычислительных машин. Деятельность Межведомственного координационного совета стала заметна в нашем городе в 60-е гг. Особенно мощный коллектив сформировался по этому направлению под руководством профессора А.И. Солодовникова на кафедре автоматики и процессов управления. Еще в 60-е гг. под руководством А.А. Вавилова и А.И. Солодовникова были разработаны методы и аппаратура для частотных исследований динамических объектов и систем управления. В результате были созданы

поколения специальной аппаратуры для экспериментального определения частотных характеристик. Более десяти видов созданных в ЛЭТИ генераторов тестовых сигналов серийно выпускалось отечественной промышленностью, по своим характеристикам превосходящим аналогичные приборы знаменитой западной фирмы «Салатрон».

Позднее в 80-е гг. А.И. Солодовниковым и его учениками разработан аппарат анализа и синтеза перенастраиваемых ортогональных функций, приспособляемых по форме к решаемой задаче, обеспечивающих существенное сжатие размерности спектрального представления данных по сравнению с исходным. Методы синтеза ортогональных функций и адаптивных разложений рассчитаны на использование быстрых преобразований. На базе этих методов разработаны способы построения управляемых моделей динамических объектов и широкого класса анализаторов сигналов и процессов; освоены области применения адаптивных ортогональных преобразований для эффективной цифровой обработки информации в системах классификации изображений, технического зрения, неразрушающего контроля, диагностики состояния механообрабатывающего оборудования и металлорежущего инструмента; исследована возможность формирования признаков, инвариантных к геометрическим преобразованиям (смещению, повороту, инверсии, изменению масштаба), что позволяет их использовать в робототехнике.

А.И. Солодовниковым подготовлены десятки кандидатов технических наук, работающих в области идентификации, моделирования, диагностики и управления. Результаты работ А.И. Солодовникова и его учеников отражены в опубликованных монографиях, учебниках и учебных пособиях, а также в многочисленных (свыше ста) авторских свидетельствах об изобретениях. В 1989 г. по его инициативе для подготовки специалистов по специализации «Автоматизация научного эксперимента, приборов и комплексов» открывается филиал кафедры АПУ в Институте аналитического приборостроения АН СССР. Руководителем филиала становится директор института А.И. Иванов, а преподавателями – старшие научные сотрудники к.т.н. Н.И. Стародубцев и В.В. Манойлов.

В 1984 г. В.Б. Яковлев стал членом экспертного совета ВАК СССР по управлению, информатике и вычислительной технике. Представители ЛЭТИ участвовали в работе экспертного совета по управлению, информатике и вычислительной технике ВАК СССР в течение многих лет. До В.Б. Яковлева членами этого совета были профессор А.В. Фатеев, В.Б. Смолов, Е.А. Чернявский, Ю.А. Борцов, и каждый из них внёс свой вклад в укрепление авторитета ЛЭТИ в области подготовки научных кадров высшей квалификации в этой области. В 80-е гг. ЛЭТИ оставался ведущим вузом в Ленинграде по подготовке научных кадров высшей квалификации в области автоматизации и управления.

В институте продолжали успешно функционировать специализированные советы по защитах докторских диссертаций, в которых многие учёные Ленинграда и других городов страны защитили диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук. Среди них были В.И. Кейн из Академии гражданской авиации; В.В. Вальков из НПО «Светлана»; В.И. Кубанцев из ВИАСМ; С.Л. Чечурин и В.С. Нагорный из ЛПИ; Г.А. Дидук, В.А. Андрищенко из СЗПИ; В.В. Григорьев из ЛИТМО, С.Н. Шаров, Д.П. Деревицкий, А.Л. Фрадков из Военно-механического института, Пустыльников из Владивостокского политехнического института; Э.Я. Рапопорт из Куйбышевского политехнического института; А.Г. Александров из Саратовского политехнического института; А.А. Колесников и А.Р. Гайдук из Таганрогского радиотехнического института, В.Н. Нуждин из Рязанского радиотехнического института, А. Немура и В. Каминкас из Литвы.

На кафедре автоматики и процессов управления проходили научную стажировку будущие доктора наук и профессора: В.Н. Фролов, ставший впоследствии ректором

Воронежского политехнического института; А.А. Кадыров, заведующий кафедрой автоматики и телемеханики Ташкентского политехнического института; Д.Ж. Сыдыков, заведующий кафедрой автоматики и телемеханики Казахского политехнического института; Ж.Ш. Шаршеналиев – будущий академик и учёный секретарь Киргизской Академии наук. В эти же годы защитили докторские диссертации в области вычислительной техники, управления и информатики преподаватели ЛЭТИ В.Д. Байков, В.С. Фомичев, Д.В. Пузанков, О.Г. Кокаев, И.В. Герасимов, А.Х. Мурсаев (ВТ), Л.Н. Рассудов, В.И. Плескунин, Г.Г. Соколовсий, В.А. Новиков (ЭАП), Д.А. Гаскаров, В.Н. Калявин (ЭАС), Ю.А. Бычков, В.М. Шестаков (ТОЭ), Н.Д. Поляхов, И.Б. Юнгер (САУ), Е.Ф. Волков, О.А. Заикин (АПУ), Е.А. Метлицкий, Е.В. Постников (МО ЭВМ).

В докторской диссертации В.С. Фомичева рассматривались вопросы теории и синтеза резистивных вычислительно-переключательных схем, являющихся основой построения аналогово-цифровых и цифро-аналоговых спецпроцессоров, используемых при разработке процессоров обработки сигналов, периферийных устройств ЦВМ, измерительно-вычислительной аппаратуры и локальных приборов управления-манипуляторов, робототехнических устройств и т.п.

В конце 70-х гг. в ЛЭТИ профессор Е.П. Балашов стал активно работать в области философских проблем проектирования антропогенных систем и перешел на должность заведующего кафедрой электронно-медицинской аппаратуры и охраны среды в ЛИАП. В 1985 г. он опубликовал монографию «Эволюционный синтез систем», в которой изложил свои философские идеи по синтезу антропогенных систем. Руководителем лаборатории по созданию функционально ориентированных цифровых микроэлектронных процессоров стал его ближайший ученик доцент В.Д. Пузанков – один из талантливых выпускников кафедры 60-х гг. В 1982 г. он защитил докторскую диссертацию, которая была посвящена исследованиям по теории и проектированию регулярных вычислительных микропроцессорных систем. Результаты этой работы отражены в его опубликованных монографиях, многочисленных статьях и авторских свидетельствах.

Теоретическим основам нового метода синтеза сложных вычислительно-преобразовательных цепей с управляемыми компонентами и его машинной реализации была посвящена докторская диссертация доцента И.В. Герасимова, позволившая разработчикам средств автоматики и вычислительной техники перейти от интуитивных способов решения многих схемотехнических задач к строго формализованному способу, дающему оптимальное решение.

Докторская диссертация В.Д. Байкова была посвящена разработке основных вопросов применения в вычислительной технике итерационных методов «цифра за цифрой» и является первым в мире обобщенным многоплановым исследованием аппаратно-программных итерационных спецпроцессоров. А.Х. Мурсаев в докторской диссертации обобщил результаты своих многолетних исследований по теоретическому обоснованию новых структурных методов построения АЦП и ЦАП и их технической реализации на микроэлектронной базе. Наконец, в докторской диссертации О.Г. Кокаева впервые были рассмотрены вопросы теории и проектирования интеллектуальных периферийных комплексов спецпроцессоров на базе запоминающих устройств.

В 80-е гг. продолжалась созидательная работа по подготовке инженеров и научных кадров на всех специальных кафедрах в области автоматизации и управления. Управление процессами преобразования энергии с помощью электромагнитных устройств стало полем деятельности учёных кафедры электротехнологии и преобразовательной техники. Результаты исследований профессоров А.Е. Слухотского и А.С. Васильева позволили вооружить электротермическое производство новыми мощными источниками токов высокой частоты и обогатили его оригинальными технологическими процессами. Под руководством доцента Ю.Б. Петрова были разработаны

технологические процессы плавки сверхогнеупорных материалов в водоохлаждаемых тиглях. Теория и разработка этих оригинальных технологий стала предметом его докторской диссертации. Новые конструкции индукционных нагревателей с многослойными обмотками стали предметом докторской диссертации доцента В.С. Немкова.

На кафедре электрификации и автоматизации производства защищают докторские диссертации доценты В.И. Плескунин, Л.Н. Рассудов, Г.Г. Соколовский и В.В. Новиков. В.И. Плескунин более 10 лет сотрудничал с НПО «Светлана» и «Источник» и проводил там работы по автоматизации технологических процессов. На основе системного анализа и методов планирования эксперимента им были разработаны модели массового производства изделий и алгоритмы пооперационного контроля качества выпускаемой продукции, которые привели к повышению производительности и уменьшению потерь. В 1985 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Промышленные исследования технологических объектов и процессов управления в дискретном производстве».

Л.Н. Рассудов работал над проблемами управления намоточных комплексов для изготовления изделий из тонких оболочек. Выполнение этих работ было связано с исследованиями по разработке математических моделей намоточных станков как объектов управления с учётом конечной жёсткости механических связей и разработкой алгоритмов управления многосвязных автоматических систем с распределёнными параметрами. По этим вопросам под его научным руководством было подготовлено и защищено несколько кандидатских диссертаций. В 1986 г. Л.Н. Рассудов защитил докторскую диссертацию на тему «Теория и методы проектирования систем автоматического управления армирующими манипуляторами».

В.А. Новиковым разрабатывались методы проектирования устройств и систем прямого цифрового управления исполнительными элементами систем автоматического управления с различными типами электродвигателей. В 1985 г. он подготовил и защитил докторскую диссертацию на тему «Теория, принципы построения и реализации систем управления прецизионными взаимосвязанными электроприводами». Г.Г. Соколовский посвятил свою докторскую диссертацию теоретическим проблемам построения систем управления тиристорными электроприводами крупных антенных установок и оптических телескопов.

В 1985 г. закончил работу над докторской диссертацией доцент кафедры автоматики и процессов управления Е.Ф. Волков. Его диссертация была результатом обобщения многолетней работы в области разработки автоматизированных систем управления промышленными испытаниями и научным экспериментом. Эта работа стала теоретической основой при создании автоматизированных систем промышленных испытаний уникальных оптических изделий в филиале ГОИ имени С.И. Вавилова в Сосновом Бору, ЛОМО, Институте общей физики АН СССР в Москве, Институте кибернетики имени В.М. Глушкова АН УССР в Киеве.

Диссертация доцента О.А. Заикина в 1989 г. была посвящена разработке теоретических основ построения и методов проектирования автоматизированных систем управления производственными и технологическими процессами. Впоследствии О.А. Заикин стал профессором и заведовал кафедрой микропроцессорных систем управления в ленинградском филиале Полиграфического института. В настоящее время он руководит кафедрой Института информатики Щецинского технического университета.

В 1987 г. заведующий кафедрой теоретических основ электротехники профессор Ю.А. Бычков защитил докторскую диссертацию на тему «Методы расчёта систем управления, основанные на использовании кусочно-полиномиальных моделей». В 90-е гг. под его руководством защитили докторские диссертации преподаватели С.А. Башарин, С.В. Щербаков и Е.Б. Соловьев. Диссертация С.В. Щербакова была посвящена разработке аналитическо-численного метода анализа и синтеза кусочно-

степенных моделей технических систем, а диссертация Е.Б. Соловьева – разработке методов моделирования и синтеза нелинейных систем на основе функциональных рядов и полиномов. С.А. Башарин защищал диссертацию на тему «Построение числовых функциональных макромоделей динамических цепей для систем автоматизированной диагностики».

Плодотворную научную деятельность профессора Ю.А. Борцова на кафедре САУ в области теории и практики построения промышленных адаптивных электроприводов продолжил его ученик доцент Н.Д. Поляхов, который в 1987 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Теория, разработка и внедрение быстродействующих адаптивных электромеханических систем». Другой его ученик доцент И.Б. Юнгер через год в своей докторской диссертации внес важный вклад в развитие теории абсолютно устойчивых разрывных систем автоматического управления с адаптивными свойствами. Результаты работ этих авторов отражены в опубликованных монографиях.

В 80-е гг. в ЛЭТИ дальнейшее развитие получили работы в области применения теории надежности для проектирования автоматизированных систем диагностирования и контроля под руководством профессора А.В. Мозгалевского. Это нашло своё отражение в опубликованных им и его учениками монографиях по системам диагностирования оборудования, а также в докторских диссертациях его учеников В.Н. Калявина и Д.А. Гаскарова. Профессор Д.А. Гаскаров заведовал кафедрой в Институте инженеров водного транспорта и многие годы был членом экспертного совета ВАК по управлению, информатике и вычислительной технике.

После ухода В.Б. Смолова в 1989 г. с поста заведующего кафедрой на должность профессора руководителем кафедры ВТ назначается профессор Д.В. Пузанков, который в это время был первым проректором института. К этому времени кафедра вычислительной техники ЛЭТИ представляла собою уникальный научно-педагогический коллектив в системе подготовки высококвалифицированных кадров по средствам вычислительной техники, машинам, комплексам, системам и сетям. Она была самой большой из родственных кафедр страны по количеству сотрудников (на кафедре работало около 200 человек, в их числе 40 кандидатов и 12 докторов наук). По числу ежегодно выпускаемых инженеров (120–150 человек) и кандидатов наук (10–15 человек), по контингенту обучающихся иностранных студентов (примерно 100 человек, представляющих 20 стран мира) кафедра так же была крупнейшей.

В начале 80-х гг. в ЛЭТИ по инициативе ректора института А.А. Вавилова и профессора Ю.М. Таирова был создан Республиканский центр микроэлектроники Минвуза РСФСР, на базе которого широко проводились работы в области управления корпускулярными системами и построения гибких автоматизированных систем микротехнологии производства изделий электронной оптики. План работы центра формировался по заданиям МЭП, МОП и МПСА и СУ. Основными заказчиками центра являлись Зеленоградский научный центр, Сумское ПО «Электрон», Рижское ПО «Альфа», Красногорский Электромеханический завод и ленинградские предприятия ЛОЭП «Светлана», НПО «Позитрон», НПО «Буревестник», ГОИ имени С.И. Вавилова. Руководителем центра с момента его основания был доцент кафедры диэлектриков и полупроводников Виктор Викторович Лучинин, впоследствии доктор наук и профессор. Благодаря его исключительной работоспособности и активности период запуска работ в центре начался уже в процессе его строительства.

Кафедра автоматике и процессов управления принимала активное участие в разработке методов управления, контроля и диагностики технологических процессов производства изделий микроэлектроники с субмикронными размерами. Работы в центре по этому направлению проводились сотрудниками и аспирантами кафедры АПУ под научным руководством В.Б. Яковлева. В дальнейшем в 1988 г., по инициативе кафедры, в ЛЭТИ была организована межфакультетская учебно-исследовательская лаборатория

«Автоматизированные технологические комплексы микроэлектронных производств», руководителем которой был назначен доцент О.В. Назаров. Были разработаны аппаратные и программные средства автоматизации нового поколения аналитического оборудования, предназначенного для исследования веществ на микроуровне.

Большое место в научной работе кафедры занимали работы в области создания систем автоматизированного проектирования систем автоматического управления (САПР САУ). Одним из главных направлений была разработка методов, алгоритмов и программных средств для моделирования, анализа и синтеза многорежимных структурно-сложных систем автоматического управления в комплексно-частотной и временной областях по линейным и нелинейным конечномерным стационарным и нестационарным детерминированным моделям. Научно-исследовательские работы в области САПР САУ проводились на кафедре под руководством В.Б. Яковлева, Р.И. Сольничева, Д.Х. Имаева и В.Д. Родионова.

Профессор Ремир Иосифович Сольничев – выпускник кафедры гироскопических приборов и устройств ЛЭТИ, один из пионеров нашей страны в области САПР систем управления. В 1974 г. в издательстве «Судостроение» вышла в свет его монография «Автоматизированное проектирование судовых гироскопических систем автоматического управления». Позднее в 1991 г. вместе с доцентом Ю.А. Тороповым Р.И. Сольничев написал и опубликовал первое в стране учебное пособие «Автоматизация проектирования систем автоматического управления» с грифом МВ и ССО СССР по этой дисциплине. В 1984 г. Р.И. Сольничев перешёл в ЛИАП на должность заведующего кафедрой САПР, которую он и организовал. Вместе с ним в ЛИАП перешли и некоторые сотрудники ЛЭТИ, которые вместе с другими его учениками стали основой коллектива вновь созданной кафедры.

В 80-е гг. продолжается активная работа Д.Х. Имаева и его аспирантов над структурными вопросами теории управления. Д.Х. Имаев внёс большой вклад в подготовку инженеров по курсу «Теория автоматического управления». Вместе с Л.Б. Пошехоновым была разработана диалоговая программа «АРДИС» для автоматизации расчётов топологически сложных систем управления. Первая версия программы появилась в 1983 г. и нашла применение не только в ЛЭТИ, но и в учебном процессе многих вузов. В дальнейшем с появлением персональных компьютеров была разработана в 1989 г. вполне современная программа «CLASSiC», которая вместе с методическим обеспечением используется во многих вузах России, Польши и Латвии. В 1990 г. Д.Х. Имаев защитил докторскую диссертацию на тему: «Методы и алгоритмы расчёта структурно-сложных систем автоматического управления в комплексно-частотной области».

Важное место среди научно-исследовательских работ кафедры в 80-е гг. занимали работы по автоматизации проектирования систем управления взлётно-посадочными режимами тяжёлых гражданских самолётов. Эти работы проводились под руководством доцента В.Д. Родионова совместно с Институтом автоматических систем Министерства авиационной промышленности. В результате были разработаны уникальные по полноте описания математические модели движения самолётов ТУ-134 и ТУ-154 на взлётно-посадочных режимах, которые в дальнейшем использовались при анализе и синтезе алгоритмов управления автоматизированных систем управления полётом в Научно-исследовательском институте автоматических систем, головной организацией по автоматике и системам управления Министерства авиационной промышленности СССР. Работы по проектированию систем управления взлётно-посадочными режимами самолётов послужили основой для разработки систем автоматизированного проектирования систем автоматического управления многорежимными распределёнными динамическими объектами. Был разработан уникальный трёхуровневый комплекс программных средств с единым входным языком для моделирования сложных динамических систем.

В 80-е гг. по заданию областного комитета партии вместе с Ленинградским научным центром АН СССР коллектив ЛЭТИ участвовал в разработке территориально-отраслевой программы «Интенсификация-90» – комплексной программе фундаментальных и прикладных исследований в области автоматизации производства на основе широкого использования средств вычислительной техники. Содержание программы было принято Ленинградским обкомом и одобрено Центральным Комитетом КПСС. В ЛЭТИ был сформирован Координационный совет по этой программе, руководителем которого был назначен профессор В.Б. Яковлев. Группе ведущих ученых института было поручено возглавить работы по отдельным направлениям и определить конкретное участие каждого факультета и каждой кафедры в выполнении отдельных разделов программы. Существенный вклад в реализацию программы «Интенсификация – 90» вносил ЛЭТИ, осуществляя целевую интенсивную подготовку специалистов для ленинградских предприятий, а также проводя большую работу по повышению квалификации инженеров ленинградской промышленности.

В январе 1984 г. институт посетил руководитель Ленинградского научного центра АН СССР академик И.А. Глебов и ознакомился с научными работами по программе. Большую часть времени он провел на кафедре автоматизации и процессов управления, где детально ознакомился с исследованиями и разработками в области автоматизации и информационных технологий управления. После этого институт стал головной организацией среди вузов Ленинграда по программе «Интенсификация-90». В январе 1985 г. пленарное заседание 38-й институтской научно-технической конференции было посвящено участию и выполнению этой программы.

Во второй половине 80-х гг., несмотря на начавшую стагнацию в системе высшего образования, кафедра автоматизации и процессов управления продолжает сохранять значительные объёмы научно-исследовательских работ. Учебный материал непрерывно обогащается результатами НИР, в которых участвуют все преподаватели и сотрудники, аспиранты и значительная часть студентов кафедры. В связи с передачей на кафедру курсов по информатике и программированию, появлением специализаций, увеличением объёмов учебной работы на факультетах повышения квалификации и переподготовки кадров общая учебная нагрузка на кафедре возрастает. Активно работает аспирантура и докторантура кафедры. В конце 80-х гг. появляются на кафедре первые персональные компьютеры типа РС. Вначале, когда их было мало, они использовались только в научной и учебно-методической работе.

В 1986 г. в жизни института произошло знаменательное событие – 100 лет со дня его основания. Эту дату научная общественность связывала со столетием специализированного электротехнического образования в нашей стране, поэтому она отмечалась на государственном уровне. Институту предоставили место на ВДНХ в Москве, где была развернута специальная выставка экспонатов, и в течение недели проводились мероприятия, посвященные этому событию. Один из дней выставки был посвящен достижениям ученых ЛЭТИ в области автоматизации, управления и информатики. В этот день на выставке побывал член-корреспондент АН СССР Яков Залманович Цыпкин и выступил с докладом о проблемах адаптации и обучения в системах управления. После выставки многие сотрудники института были награждены медалями и дипломами ВДНХ.

В 80-е гг. продолжалось активное сотрудничество кафедр ЛЭТИ с аналогичными кафедрами наших вузов-партнёров за границей. Такими вузами – партнерами в области автоматизации процессов управления были в ГДР Высшая техническая школа и Технический университет Дрездена, в ПНР – Политехнический институт Гданьска, в Болгарии – Электротехнический институт Варны. Совместная работа с немецкими учёными в области автоматизированного управления технологическими процессами и производственными системами завершилась изданием в СССР и ГДР моно-

графий «Имитационное моделирование производственных систем» под редакцией А.А. Вавилова в 1985 г., «Управление ГПС. Модели и алгоритмы» и «Технология системного моделирования» под редакцией С.В. Емельянова соответственно в 1987 г. и 1988 г., опубликованных издательствами «Машиностроение» в Москве и «Техника» в Берлине. Совместная работа с польскими коллегами поведила в области автоматизированного проектирования систем автоматического управления судовыми энергетическими установками. В результате было разработано алгоритмическое и программное обеспечение для автоматизированного исследования и проектирования автоматических систем по моделям в комплексно-частотной области. Этот материал использовался для подготовки серии учебных пособий по теории и компьютерному моделированию систем автоматического управления, которые были опубликованы у нас и в Польше. Работы с болгарскими учёными проводились в области идентификации, оптимального и адаптивного управления, в ходе их выполнения были созданы методы идентификации объектов управления и методы аналитического конструирования оптимальных многосвязных систем, ориентированные на использование ЭВМ.

В 80-е гг. проблемы управления становятся одними из центральных проблем науки, техники и экономики. Развитие науки и техники привело к расширению функций и задач управления, проникновению методов теории управления во всё новые области народного хозяйства. Всё более широко осуществлялся переход от автоматизации отдельных машин к управлению сложными техническими агрегатами, комплексами и технологическими процессами от управления отдельными участками производства к гибким производственным системам и интегрированным системам проектирования и производства. Этот процесс нашёл отражение в появлении пятой специализации в рамках специальности 0606 – «Автоматика и телемеханика». Все пять специализаций этой специальности были связаны с подготовкой инженеров по автоматизации процессов управления в технических системах. В мае 1986 г. на заседании НМС в Ленинграде по предложению В.Б. Яковлева было принято решение о переименовании специальности «Автоматика и телемеханика» в специальность «Автоматика и управление в технических системах».

5. Развитие научно-педагогических школ ЛЭТИ по управлению в «бурные» 90-е и 2000-е годы

Последнее десятилетие XX в. стало крахом мировой социалистической системы и переходом страны к рыночной экономике. Вместо предполагаемой перестройки фактически начинается постепенное разрушение народного хозяйства страны. Отдельные отрасли промышленности и науки существенно сокращаются и даже прекращают своё существование. Многие научно-исследовательские организации и промышленные предприятия страны (потребители наших выпускников), заказчики научных исследований и разработок под бременем кризиса практически прекратили свою деятельность. Всё это не могло не сказаться на состоянии науки и высшего образования. Существенно уменьшается госбюджетное финансирование на подготовку специалистов в вузах. В результате постепенно прекращается проведение научных работ, обновление оборудования и лабораторий, резко падает заработная плата работников образования и начинается отток квалифицированных и молодых кадров из высших учебных заведений.

В 90-е гг. в стране стали организовываться негосударственные коммерческие вузы с платным обучением студентов. В этих условиях выпускающие кафедры ЛЭТИ перестраивают свою работу, формы и содержание учебного процесса, научных разработок с тем, чтобы сохранить качество образования, научно-педагогические школы и традиции кафедр. Эти годы явились тяжелым испытанием для руководства выпускающих кафедр. Они заставили по-новому взглянуть на взаимоотношения науки и государства,

научили более прагматично оценивать результаты научной деятельности, вынудили активно искать и находить внебюджетные источники финансирования. Большинство сотрудников кафедр в то время не имели никакого опыта в добывании внебюджетных средств. Прежде всего, надо было сохранить замечательный преподавательский состав кафедр, поэтому с появлением кооперативов многие преподаватели и научные сотрудники стали проводить научно-исследовательские работы через эти формы хозяйствования, что позволяло им продолжать работать в избранной ими предметной области и получать необходимые материальные средства к существованию. Другая главная задача, которую необходимо было решать – это изыскание финансовых средств для обеспечения кафедр персональными компьютерами, без которых в 90-е гг. стало невозможно поддерживать учебный процесс практически по всем читаемым курсам. В эти годы из централизованного фонда никаких средств на кафедры не поступало, поэтому они должны были сами найти эти средства. Было решено использовать богатый потенциал кафедр в научно-методической работе, накопленный нашими высококвалифицированными преподавателями. Многие новые негосударственные вузы Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, которые, как грибы, начали организовываться и развиваться в 90-е гг., стали заказчиками и потребителями научно-методических материалов и технических средств, наработанных на кафедрах по различным курсам специальностей.

Все более значительным источником бюджетных и внебюджетных средств становятся различные программы и гранты. Однако преподаватели не умели готовить проекты и не хотели делать этого, считая, что нельзя и вредно тратить время на бумажную работу по подготовке предложений. С такими настроениями пришлось бороться и постепенно на кафедрах стало расти количество проектов и грантов. В условиях развивающегося кризиса отечественного образования коллективы кафедр продолжают научно-исследовательские работы и подготовку научных кадров высшей квалификации, в том числе через докторантуру и аспирантуру. В период 1990–1999 гг. ЛЭТИ участвовал в выполнении научно-технических программ «Университеты России», «Информатика», «Информатизация образования и науки в России», «Перспективные приборные комплексы и системы управления подвижных объектов», «Научные приборы», «Искусственный интеллект», «Конверсия», «Прогнозирование чрезвычайных ситуаций», «Информатизация научных исследований», «Информатизация проектирования», «Нелинейные динамические системы» и другие.

Переход от плановой экономики к свободному рынку потребовал вводить изменения и в систему высшего образования страны. Ранее существовавшая система подготовки специалистов с большим числом достаточно узких специальностей предусматривала государственный плановый заказ на выпускников с жёстким последующим распределением их на работу в соответствующие государственные предприятия. В новых экономических условиях, когда большинство предприятий становилось частными, пришлось отказаться от жесткого распределения молодых специалистов и предоставить им возможность самостоятельно искать место работы. Поскольку потребность народного хозяйства в большинстве существующих специальностей резко сократилась, актуальным стал вопрос об укрупнении специальностей и подготовке специалистов с высшим образованием широкого профиля без глубоких знаний по узкой специальности за более короткое время обучения.

В 1991 г. в связи с распадом СССР на ряд независимых государств Государственный комитет СССР по народному образованию был ликвидирован, и вместо него главным государственным органом в системе образования в России стало Министерство высшего образования Российской Федерации, которое в то время возглавлял бывший ректор ТРТИ профессор Николай Григорьевич Малышев. По его инициативе в стране стала вводиться многоуровневая система подготовки специалистов, предусматри-

вающая несколько ступеней обучения (неполное образование, бакалавр, магистр) по направлениям. При этом сохранялась и традиционная система подготовки инженеров по существующим специальностям, которая тоже должна была иметь ступень неполного образования. Вводимая академическая ветвь (бакалавр, магистр) многоуровневой системы копировала западную англо-саксонскую систему подготовки специалистов по направлениям. Для этого разрабатывались и вводились государственные образовательные стандарты (ГОС) по направлениям и специальностям, определяющие содержание типовых учебных планов, основные требования к уровню и содержанию подготовки по каждой образовательной программе. Первоначально число и наименование направлений почти совпадало с числом и наименованием групп специальностей, определенных ещё Министерством высшего образования СССР в 1988 г.

Необходимо отметить активность позиции руководства ЛЭТИ по введению и становлению многоступенчатой системы образования. На базе института, который в 1992 г. был преобразован в Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (СПбГЭТУ), был создан государственно-общественный орган управления содержанием образования бакалавров и магистров по специальностям в области управления, информатики и вычислительной техники. Председателем учебно-методического совета по направлению 5528 – «Информатика и вычислительная техника» был назначен профессор Д.В. Пузанков, а ученым секретарем – доцент А.М. Смирнов. Это направление стало базовым для подготовки инженеров по специальностям 2201 – «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», 2202 – «Автоматизированные системы обработки информации и управления», 2203 – «Системы автоматизированного проектирования», 2204 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». По всем этим специальностям, выпускающие кафедры СПбГЭТУ были головными и стали основными разработчиками ГОС для инженеров и бакалавров. Профессор Б.Я. Советов остался председателем УМС по специальности 2202, а профессор А.Р. Лисс председателем УМС по специальности 2204. Они оба, а также декан ФАВТ профессор И.В. Герасимов и заведующие кафедрами САПР профессор В.И. Анисимов и АПУ профессор В.Б. Яковлев стали членами УМС по направлению 5528 – «Информатика и вычислительная техника».

Под руководством Д.В. Пузанкова и И.В. Герасимова был разработан Государственный образовательный стандарт по направлению 5528, в создании которого приняли участия все выпускающие кафедры ФАВТ. Под руководством Б.Я. Советова и А.Р. Лисса были разработаны стандарты по специальностям 2202 и 2204, соответственно. В.И. Анисимов и его кафедра приняли активное участие в создании стандарта по специальности 2203, основным разработчиком которого была кафедра САПР МВТУ имени Н.Э. Баумана.

Направление подготовки бакалавров и магистров 5502 по предложению В.Б. Яковлева стало называться «Автоматизация и управление». Разработка Государственного образовательного стандарта по подготовке бакалавров по этому направлению была поручена кафедре автоматики и процессов управления ЛЭТИ как головной кафедре по специальности 2101 – «Автоматика и управление в технических системах» – базовой специальности в области автоматики и управления. В 1991 г. на заседании УМС было принято решение о том, что базовым образованием для подготовки инженеров по специальности 2101 может быть не только направление «Автоматизация и управление», но и направление 5528 – «Информатика и вычислительная техника».

Весной 1992 г., уже после распада СССР, в нашем городе состоялось первое заседание нового состава научно-методического совета по специальности 2101, на него были приглашены члены старого союзного совета из вузов бывших республик. Это собрание представителей вузов приняло решение о создании общественной организа-

ции для обмена опытом и координации деятельности кафедр, осуществляющих подготовку специалистов в образовательной области по управлению, автоматизации и информатике. Такая организация была создана и получила название «Международная ассоциация управления, автоматизации и информатики» (МАУАИ). На этом же заседании был утверждён регламент и устав этой общественной организации, базовая организация и президент. Базовой организацией МАУАИ была определена кафедра автоматики и процессов управления ЛЭТИ, а её первым президентом был избран В.Б. Яковлев.

В 1992 г. по направлению «Автоматизация и управление» в составе УМО был сформирован новый координационный научно-методический совет (КНМС), председателем которого стал В.Б. Яковлев (ЛЭТИ), учёным секретарём – доцент Н.Н. Кузьмин (ЛЭТИ). В состав совета вошли председатели всех НМС по группе специальностей 2100. Первое заседание КНМС по направлению 5502 состоялось в ЭТУ в 1992 г. На этом заседании рассматривался государственный стандарт и учебный план подготовки бакалавров по этому направлению, разработанный в ЭТУ под руководством В.Б. Яковлева по поручению Министерства высшего образования РФ. В разработке стандарта и учебного плана приняли активное участие доцент Н.Н. Кузьмин, профессора В.А. Борцов, Ю.А. Лукомский, В.В. Путов, Л.Н. Рассудов и Г.Г. Соколовский.

В 90-е гг. во всём мире продолжалось стремительное движение к созданию информационного общества. Человек в своей повседневной деятельности всё чаще имел дело не с материальными предметами, а с современными управляющими и информационными системами. Эти системы впитали в себя самые последние достижения электроники, автоматики и вычислительной техники. В последнее десятилетие особое внимание в учебном плане специальности 2101 уделялось подготовке по информатике, которая требовала глубоких знаний в области языков и технологии программирования, операционных систем реального времени, локальных вычислительных сетей и организации вычислительных процессов в распределённых цифровых системах управления, то есть в конечном итоге – информационных технологий. Аналитические методы всё чаще уступали место алгоритмическим, поэтому и при компьютерном моделировании и проектировании систем и средств автоматизации и управления знания в области информационных технологий приобретали основное значение.

В 1993 г. по предложению В.Б. Яковлева было принято решение о переименовании специальности «Автоматика и управление в технических системах» в «Управление и информатика в технических системах». Новое название более точно отражало содержание подготовки специалистов по специальности 2101. Помимо дисциплин по управлению и техническим средствам автоматизации типовой учебный план специальности включал такие дисциплины как информатика, инженерная и компьютерная графика, программирование и основы алгоритмизации, системное программное обеспечение, передача данных в информационно-управляющих системах, информационное обеспечение систем управления, автоматизация проектирования систем и средств управления, автоматизированное управление в технических системах.

Особенно сложными для выпускающих кафедр были 1995–1998 гг., когда проводилось сокращение штатов, и часть преподавателей была вынуждена перейти на неполные ставки. В эти годы существенно сократился и учебно-вспомогательный персонал кафедр. В тяжелейших условиях кафедры перестраивали свою работу, чтобы поддержать качество образования на должном уровне и сохранить научно-педагогические школы. В 1998 г. тяжёло заболел и скончался ректор университета заслуженный деятель науки и техники профессор О.В. Алексеев. Избранный на должность ректора в 1999 г. заведующий кафедрой ВТ профессор Д.В. Пузанков за 35 лет учебы и работы в ЛЭТИ прошел путь от студента до первого проректора института, крупного ученого, признанного специалиста в области микропроцессорных средств вычислительной тех-

ники и высокопроизводительных вычислительных систем. Пройдя большую школу научно-организационной и административной работы от декана факультета до первого проректора, хорошо зная все стороны жизни выпускающей кафедры, Дмитрий Викторович все свои силы, опыт и знания направил на дальнейшее развитие института в сложных условиях состояния высшей школы в стране в 90-е гг.

Экономический кризис существенно повлиял на развитие ЛЭТИ. Часть преподавателей и сотрудников ушли и основным делом для себя избрали предпринимательскую деятельность. Однако сложившиеся традиции, здоровый климат и самоотверженная работа большинства преподавателей в эти трудные годы позволили сохранить работоспособный коллектив, активно участвующий в переходе вуза на многоуровневую систему образования. В 1999 г. по инициативе ректора в ЛЭТИ произошла реструктуризация университета. Её главные цели: привести структуру университета по факультетам в соответствие с требованиями времени и многоуровневой подготовкой специалистов, исключить дублирование, упростить управление и сократить расходы на обеспечение учебного процесса и научных исследований. В результате реструктуризации был расформирован факультет корабельной электротехники и автоматики и организовано три новых – факультет приборостроения, биомедицинской и экологической инженерии, факультет экономики и менеджмента, гуманитарный факультет. Радиотехнический факультет переименован в факультет радиотехники и телекоммуникаций. Факультеты электронной техники и электрофизический были объединены в один факультет электроники. Факультет автоматики и вычислительной техники был переименован в факультет компьютерных технологий и информатики. Факультет электротехники и автоматики сохранил своё старое наименование.

В новой структуре направление «Автоматизация и управление» оказалось на факультете электротехники и автоматики, деканом которого стал профессор Виктор Владимирович Путов, заведующий кафедрой систем автоматического управления. В.В. Путов работает в ЛЭТИ на этой кафедре с 1989 г. Он является выпускником Ивановского энергетического института. В 1969–1972 гг. В.В. Путов учился в аспирантуре института, в 1976 г. защитил кандидатскую диссертацию и остался на преподавательской работе на кафедре САУ. В 1992 г. он защитил докторскую диссертацию по методам синтеза адаптивных систем автоматического управления, а в 1997 г. стал преемником профессора Ю.А. Борцова. В настоящее время В.В. Путов является деканом факультета электротехники и автоматики; членом учебно-методической комиссии по специальности «Системы управления летательными аппаратами» МВО России, генеральным директором организованного в 1997 г. Фонда поддержки научной и образовательной деятельности имени А.А. Вавилова.

На этом же факультете оказалась и кафедра корабельных систем управления, которую с 1977 г. возглавляет профессор Юрий Александрович Лукомский, известный специалист в области автоматизации процессов управления морскими объектами. В 90-е гг. он продолжает активно работать как председатель учебно-методической комиссии по специальности «Корабельные системы управления». Ю.А. Лукомский в соавторстве с коллегами подготовил и опубликовал в издательстве «Эльмор» монографии «Управление морскими подвижными объектами» в 1996 г. и «Моделирование систем управления технических средств транспорта» в 1999 г.

Кафедрой робототехники и автоматизации производства в 90-е гг. продолжал руководить профессор Л.Н. Рассудов. Под его руководством на кафедре сформировалась научная школа в области систем управления и автоматизации технологических комплексов и процессов. Существенно обновились учебно-исследовательские лаборатории кафедры. В 1994 г. совместно с австрийской фирмой «OMRON» и НПО «Ракурс» на кафедре был организован учебный центр «Компьютерные технологии автоматизации». Доцент Г.И. Прокофьев подготовил и защитил докторскую диссер-

тацию. Под его научным руководством сформировалось новое научное направление «Автоматизированное формообразование конструкций из металлов и волокнистых композиционных материалов». Успешно развивались связи кафедры с зарубежными высшими учебными заведениями Германии и Словакии. После смерти Л.Н. Рассудова Г.И. Прокофьев возглавил кафедру робототехники и автоматизации производства.

В 90-е гг. на кафедре информационно-измерительной техники защитили докторские диссертации преподаватели кафедры Д.Д. Недосекин, В.В. Алексеев, С.В. Прокопчина, а также докторанты В.Н. Чернышов, Е.Г. Гридина и Д.С. Станкевич. С 1997 г. кафедру информационно-измерительной техники возглавил доктор технических наук профессор Владимир Васильевич Алексеев, являющийся специалистом в области информационно-измерительных систем и экологических измерений. По его инициативе на кафедре создана лаборатория экологического мониторинга. Особое внимание уделяется построению адаптивных, интеллектуальных и распределенных информационно-измерительных систем. В 1997 г. была открыта новая специальность «Информационные системы (в экологии)». В новой структуре университета она находится в составе факультета приборостроения, биомедицинской и экологической инженерии (ФПБЭИ). В 1998 г. кафедра получила новое наименование – кафедра информационно – измерительных систем и технологий (ИИСТ).

В 1989 г. защитил докторскую диссертацию доцент кафедры АСОИУ С.А. Яковлев. Им решена актуальная научная проблема адаптивного управления интеллектуальными сетями с использованием методов имитационного моделирования. Сегодня профессор С.А. Яковлев ведет большую научно-методическую и организационную работу в составе ряда советов: он является заместителем председателя Учебно-методической комиссии по специальности 230201 – «Информационные системы и технологии» и членом президиума Учебно-методических советов по направлениям 230100 – «Информатика и вычислительная техника» и 230200 – «Информационные системы» УМО вузов по университетскому политехническому образованию на базе МГТУ имени Н.Э. Баумана. Профессор С.А. Яковлев активно участвует в подготовке кадров высшей квалификации, им сформирована своя научно-педагогическая школа. Под его руководством подготовлено и защищено более 20 кандидатских диссертаций и 2 докторские диссертации. Результаты научно-исследовательской и методической работы нашли свое отражение в монографиях, учебниках и учебных пособиях. Среди них учебное пособие с грифом Министерства образования России «Моделирование систем», которое было написано в соавторстве с Б.Я. Советовым и опубликовано первый раз в 1985 г. В дальнейшем оно неоднократно перерабатывалось и 5 раз переиздавалось.

В начале 90-х кафедра автономной навигации, управления и механики начинает активно развивать международные связи, в первую очередь с Германией и Китаем. В рамках международного проекта с Институтом управления полетом (DLR, Braunschweig, Германия) и Физико-техническим ведомством Германии (РТВ, Braunschweig) проводятся работы по созданию углоизмерительных систем на базе лазерного гироскопа. В 1998 г. начались работы по контракту с Китайским институтом прецизионного машиностроения авиационной промышленности по созданию нового поколения лазерных гониометрических систем.

В 1997 г. заведующим кафедрой избирается профессор Ю.В. Филатов. С 1998 г. на кафедре ведется подготовка бакалавров по направлению 551500 – «Приборостроение». В рамках этого же направления начинается подготовка магистров по специализации «Системы ориентации, стабилизации и навигации». В 1999 г. кафедра переходит на вновь созданный факультет «Приборостроение, биомедицинская и экологическая инженерия». С этого периода на кафедре развивается научное направление «Микромеханические чувствительные элементы безлатформенных инерциальных систем навигации», которое возглавил профессор Д.П. Лукьянов, разрабатываются

микромеханические акселерометры с использованием поверхностных акустических волн. Многолетняя продуктивная работа кафедры в области лазерной углоизмерительной техники приводит к созданию аналогичного направления подготовки специалистов. При переходе на специализацию 190100 «Приборостроение» кафедры открывает новую специализацию «Лазерные измерительные приборы и системы», которая вместе с традиционной специализацией «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации» открыла новые возможности для учебной работы кафедры. В 2001 г. кафедра получает название «Лазерные измерительные и навигационные системы».

Результаты исследований, проведенных совместно с ВНИИМ имени Д.И. Менделеева, обеспечивают создание нового Государственного эталона единиц линейного ускорения и плоского угла при угловом перемещении твердого тела. Под руководством профессора Андрея Владимировича Мачалова проводятся исследования и разработка инерциальных методов и средств контроля геометрических параметров рельсовых путей, а также магнитно-инерциальные методы навигации и мониторинга магнитных полей. В 2002 г. защищают докторские диссертации сотрудники кафедры А.В. Мачалов (на тему «Инерциальные методы и средства измерений параметров движения и деформации объектов») и А.А. Тихонов (на тему «Моделирование и анализ динамики вращательного движения твердого тела в суперпозиции силовых полей»). Начинается тесное сотрудничество кафедры с ВНИЦ «ГОИ имени С.И. Вавилова», а его специалисты приглашаются на кафедру для чтения лекций. В 2004 г. организуется филиал кафедры в МГП «Лазерная физика» (учредителем выступил ВНИЦ «ГОИ имени С.И. Вавилова»).

С 1992 г. кафедру биомедицинской электроники и охраны внешней среды возглавляет ближайший соратник и ученик В.М. Ахутина – заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор Евгений Парфирович Попечителей. За последние годы кафедра подготовила несколько учебников и учебных пособий, а также другую учебно-методическую литературу, выступила гарантом открытия медико-технических специальностей в ряде регионов России. Следует подчеркнуть также и общественную активность кафедры, характерную для нее на протяжении всего времени существования. Еще на рубеже 60-х гг. кафедра активно включилась в процесс консолидации научных и технических организации Ленинграда, связанных с разработкой и выпуском электронно-медицинской техники, организовав при научно-техническом обществе радиотехники, электроники и связи (НТОРЭС) имени А.С. Попова секцию биомедицинской электроники. Хорошо известна в России и знаменитая школа по биотехническим системам, деятельность которой дала путевку в науку не одному ее слушателю.

Сегодня кафедру биомедицинской электроники и охраны внешней среды (БМЭиОС) знают как базовую кафедру для Комитета по здравоохранению Администрации Санкт-Петербурга по подготовке технических специалистов для учреждений здравоохранения города, области, региона. Специалисты кафедры входят в составы научно-технических Советов многих организаций. Они участвуют практически во всех делах в Санкт-Петербурге, имеющих отношение к медико-технической практике. Кафедра БМЭиОС, как одна из базовых по этому направлению в России, участвует в создании аналогичных кафедр в других вузах страны и поддерживает с ними творческие контакты. Сегодня она является базовой кафедрой по подготовке высококвалифицированных специалистов по направлениям профессионального высшего образования в медико-техническом направлении, принимает участие в организации УМС по этому направлению. Е.П. Попечителей стал председателем УМС по направлению 2004 – «Биомедицинская техника» и 2003 – «Биомедицинская инженерия».

В 1996 г. первый прием студентов на коммерческой основе состоялся и в ЛЭТИ. Переход к рыночной экономике выявил потребность в специалистах по информатике в таких областях как экономика, торговля, финансы и т. п. Для этой цели еще в 1994 г.

в рамках инженерного образования в стране была организована новая специальность 0719 – «Информационные системы по областям приложения». Председателем учебно-методического совета по этой специальности в составе УМО при МГТУ стал профессор Б.Я. Советов. В 1997 г. кафедра автоматике и процессов управления начала подготовку к открытию этой специальности в ЛЭТИ. Первоначально, в связи с предстоящей организацией в ЛЭТИ факультета экономики и менеджмента, подготовку инженеров по специальности 0719 предполагалось ориентировать на управление и информационные технологии в области бизнес-приложений. Совместно с представителями нового факультета по экономике был разработан учебный план подготовки специалистов по информационным системам в бизнесе, который помимо дисциплин государственного стандарта по этой специальности включал и необходимые курсы по предметной области. Особенность разработанного учебного плана состояла в том, что он, наряду с традиционными дисциплинами по информатике и экономике, содержал совершенно новые курсы на стыке этих направлений: такие как математические основы теории систем в бизнес-приложениях, автоматизация материального и бухгалтерского учета, системы электронных платежей, коммерция в открытых системах, администрирование в информационных системах. Новыми для кафедры были курсы по корпоративным и открытым информационным системам, мультимедиа технологиям, информационной безопасности и защите информации, информационным сетям и телекоммуникациям. Для постановки этих курсов было решено привлечь новых преподавателей из числа аспирантов и сотрудников кафедр АПУ и АСУ, а также сторонних специалистов, работающих в этой области.

В 1999 г. в связи с реструктуризацией института кафедра автоматике и процессов управления начала приём и подготовку по направлению 55300 – «Системный анализ и управление». Это направление подготовки специалистов появилось в стране в 1993 г. по инициативе проректора ЛПИ по учебно-методической работе профессора В.Н. Козлова, который с 1992 г. стал заведовать там кафедрой технической кибернетики. Кафедра стала головной по этому направлению. Владимир Николаевич Козлов – выпускник кафедры автоматике и вычислительной техники ЛПИ, известный специалист в области теории и применения кусочно-линейных операторов для анализа и синтеза систем автоматического управления. По его просьбе В.Б. Яковлев стал членом УМС по направлению «Системный анализ и управление» и принял участие в разработке государственных образовательных стандартов для бакалавров и магистров.

После смерти А.А. Вавилова работы в области системного моделирования на кафедре возглавил доцент Б.Ф. Фомин. Под его руководством сформировалась мощная научная группа, в которой работали его ученики, выпускники кафедры. Итогом работы стала фундаментальная монография «Технология системного моделирования», написанная Б.Ф. Фоминым в соавторстве с В.В. Калашниковым из ВНИИСИ, А.А. Вавиловым, Е.Ф. Аврамчуком из ЛЭТИ, М. Франком из Технического университета (Дрезден), А. Явором из Института ядерной физики (Будапешт).

В 1990 г. Б.Ф. Фомин защитил докторскую диссертацию в виде доклада по совокупности работ на тему «Разработка технологии системного моделирования и ее применений в исследованиях структурных свойств и механизмов функционирования сложных систем», которая была результатом его работы в течение более двадцати лет в области системного анализа и компьютерного моделирования. В период 1972–1989 гг. Б.Ф. Фомин в соавторстве с А.А. Вавиловым и Д.Х. Имаевым разработал концепцию системного моделирования на основе системных графов многокомпонентных составных линейных динамических систем. Б.Ф. Фомин и его ученик Е.Ф. Аврамчук создали формализм системных графов для операторов передач и минимальных форм составных многокомпонентных динамических систем.

В области моделирования производственных систем Б.Ф. Фоминым и его учениками созданы методики построения имитационных моделей производственных систем на основе системной динамики и сетей Петри. Итогом этих работ стали проекты по электронной информатизации производства, выполненные на Металлическом и Ижорском заводах, а также методические рекомендации по проектированию ГПС на основе имитационного моделирования, а также система программ «СМОТР», выигравшая Всесоюзный конкурс на лучшую САПР ГПС. Б.Ф. Фомин и его ученики разработали научную концепцию моделирующих центров и решили ключевые проблемы повышения эффективности технологий компьютерного моделирования. Под руководством Б.Ф. Фомина были созданы моделирующие центры в ГОИ, Первом медицинском институте, а также моделирующий центр Министерства судостроительной промышленности в ЦНИИ «Румб», на базе которого была решена задача планирования и управления отраслью для особого периода и военного времени.

Работы по компьютерной диагностике бронхиальной астмы Б.Ф. Фомин проводил вместе Т.Л. Качановой. Проблемная сторона этих работ была обусловлена огромными объемами данных, которыми следовало оперировать при постановке диагнозов. Была создана система накопления, хранения и обработки медицинской информации. Эта система могла работать автономно как ориентированный пакет программ и в интеграции с базовой системой языковых и программных средств моделирующего центра. На этой основе был создан моделирующий центр по проблемам этиопатогенеза бронхиальной астмы. В течение многих лет Б.Ф. Фомин и Т.Л. Качанова занимались разработкой новой научной парадигмы системного анализа – системологии феноменального. В 2002 г. Т.Л. Качанова защитила докторскую диссертацию «Решение общей задачи реконструктивного анализа сложных систем по эмпирическим описаниям». В 1997–2003 гг. Б.Ф. Фомин и Т.Л. Качанова опубликовали несколько монографий по системологии феноменального и технологии системных реконструкций.

С 1993 г. профессор В.А. Терехов вместе со своими учениками И.Ю. Тюкиным и Д.В. Ефимовым, студентами, выпускниками и аспирантами кафедры активно работают над проблемами моделирования, анализа и синтеза нейросетевых динамических систем для нелинейных многосвязных объектов. В 2002 г. В.А. Терехов защищает докторскую диссертацию в форме научного доклада по совокупности опубликованных работ на тему «Теория и построение многомерных инвариантных и адаптивных систем управления динамическими объектами». Эволюция авторского подхода по этой теме обобщена по трем направлениям: разработка и исследование систем и средств регулирования для промышленных систем автоматизации; разработка и исследование инвариантных и адаптивных систем управления объектов в условиях неконтролируемых возмущений; разработка и исследование нейросетевых систем управления для нелинейных динамических объектов с неполной информацией о динамике объекта и внешней среде его функционирования.

Начатые В.А. Тереховым исследования по применению искусственных нейронных сетей в задачах управления положили начало новому научному направлению в области нейродинамики. В 2002 г. в издательстве «Высшая школа» было опубликовано с грифом Минобразования РФ первое в России учебное пособие «Нейросетевые системы управления» для студентов вузов. В том же году издательством журнала «Радиотехника» в серии книг «Нейрокомпьютеры и их применение» под общей редакцией профессора А.И. Галушкина была выпущена научная монография В.А. Терехова, Д.В. Ефимова и И.Ю. Тюкина «Нейросетевые системы управления».

Наряду с исследованиями по нейросетевым системам управления на кафедре начались работы по использованию искусственных нейронных сетей для обработки больших массивов информации в реальном времени. Эти исследования проводит доцент кафедры Александр Юрьевич Дорогов вместе со своими аспирантами. В 2002 г.

в издательстве С.-Петербургского государственного университета была опубликована монография А.Ю. Дорогова «Быстрые нейронные сети». Такие сети предназначены для цифровой обработки сигналов в реальном времени. В 2003 г. А.Ю. Дорогов защитил докторскую диссертацию на тему «Методы многоуровневого проектирования быстродействующих модульных нейронных сетей прямого распространения на основе иерархических категориальных моделей».

Спустя четыре года в 2007 г. защищают докторские диссертации ученики В.А. Терехова, выпускники кафедры автоматизации и процессов управления И.Ю. Тюкин на тему «Теория и методы адаптивного управления нелинейными динамическими объектами с применением искусственных нейронных сетей» и Д.В. Ефимов на тему «Робастные и адаптивные системы управления нелинейными колебаниями». В последующем они стали известными специалистами в области теории управления не только в нашей стране, но и за рубежом.

После ухода с поста заведующего кафедрой В.Б. Яковлева в 2002 г. кафедру автоматизации и процессов управления возглавил профессор Николай Николаевич Кузьмин. В 2004 г. Н.Н. Кузьмин был назначен проректором СПбГЭТУ по учебно-методической работе. Под его руководством в университете и на кафедре продолжается работа в соответствии со сложившимися традициями и принципами, заложенными нашими предшественниками и учителями. Кафедра продолжает обновлять и расширять учебно-исследовательские лаборатории, приобретаются новые компьютеры и программные средства, развивается вычислительная сеть кафедры. Существенное внимание уделяется созданию условий, обеспечивающих «оставление» молодых талантливых выпускников для выполнения учебной и научной работы. При кафедре функционируют учебно-исследовательские лаборатории, организованные совместно с отечественными и зарубежными фирмами, работающими в области разработки современных аппаратных и программных средств и систем для автоматизации процессов управления. За последнее десятилетие преподаватели кафедры подготовили и опубликовали учебники и учебные пособия по различным курсам специальности. Среди них и учебники по дисциплине «Теория автоматического управления» с грифом Министерства высшего образования. Первый такой учебник был издан издательством ЛЭТИ в 1999 г. В последующем, в существенно переработанном виде, этот учебник дважды переиздавался и выходил в свет в издательстве «Высшая школа» в 2003 и 2005 гг.

* * *

О РАЗВИТИИ КИБЕРНЕТИКИ И ИНФОРМАТИКИ В ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Начало 60-х гг. – романтическое время развития кибернетики – стало началом кибернетики и в Ленинградском институте авиационного приборостроения (ЛИАП). В 1962 г. в ЛИАПе была образована кафедра технической кибернетики, которой было суждено стать не только родоначальницей информатики в институте, но и известным в стране и мире центром развития систем обработки, хранения и передачи информации. Руководителем кафедры стал выдающийся ученый профессор Николай Андреевич Железнов, личность которого с чрезвычайной научной требовательностью и умением мыслить широко и масштабно повлияла на все последующее развитие информатики в институте. Тонкое понимание людей, их, так сказать, «научной пригодности», позволило в кратчайшие сроки создать на кафедре работоспособный коллектив из молодых, но уже сложившихся исследователей, сформировать такие научные направления, которые в дальнейшем оказались востребованными как в науке, так и в практическом развитии кибернетики-информатики.

За прошедшие более чем 40 лет кардинально изменились представления о возможностях кибернетики. Вычислительные машины, индивидуальные средства связи, цифровые полиграфические машины стали предметами повседневного обихода. Значительно увеличилась доля информационных кафедр в общей структуре ЛИАП, который и сам уже давно преобразовался в государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП). Сегодня в ГУАП работает два «вычислительных» факультета: факультет вычислительных систем и программирования и факультет информационных систем и защиты информации. Пять кафедр гордятся «своим происхождением» от той первой, железнювской кафедры технической кибернетики. Это возникшие в разные годы (в порядке создания) кафедры: «Информационные системы», «Вычислительные системы и сети», «Информационно-сетевые технологии», «Компьютерная математика и программирование», «Безопасность информационных систем». Пришедшие в первые годы существования кафедры технической кибернетики молодые ученые М.Б. Игнатъев, В.Д. Колесник, Е.Т. Мирончиков стали родоначальниками основных направлений исследований в области информатики в ЛИАП-ГУАП. К ним следует, в первую очередь, отнести следующие направления:

- теория информации и кодирования;
- вычислительные системы и сети;
- безопасность информационных систем.

Ниже мы подробнее остановимся на результатах указанных направлений, хотя они и не исчерпывают всех работ ЛИАП-ГУАП в области кибернетики, которые нашли отражение в книгах «ГУАП – через годы в будущее» (2001) и «ГУАП – первый и единственный» (2006).

Теория информации и кодирования

Видимо исторически первым направлением информатики в ГУАП следует считать это направление. Именно оно было областью интересов самого профессора Н.А. Железнова.

В 1948 г. вышла в свет работа профессора Массачусетского технологического института К.Э. Шеннона «Математическая теория связи», которая и стала точкой отсчета новой теории – теории информации.

Инженеры-связисты вкладывали (и вкладывают) огромные усилия в создание технических средств – линий связи, устройств передачи и приема информации, способных повысить надежность связи. Надежность любых технических средств, однако, конечна. Поэтому в «дошенноновские» времена казалось очевидным, что поскольку искажения – явление природное, то и избавиться от ошибок при передаче информации полностью невозможно.

Основным результатом названной выше работы Клода Шеннона было доказательство теорем, получивших название теорем кодирования теории информации. Эти теоремы утверждают, что существует метод передачи информации по каналу связи с ошибками, обеспечивающий сколь угодно малую вероятность ошибочного приема информации при условии, что скорость передачи не превышает некоторой константы, зависящей от свойств канала и называемой его (канала) пропускной способностью.

Н.А. Железнов был редактором первого перевода трудов Шеннона на русский язык и, таким образом, внес важный вклад в развитие теории информации в России и, конечно, положил начало развитию теории информации на своей кафедре. Научное направление «Теория информации и кодирования» осталось важнейшим направлением исследований кафедры и тогда, когда в 1972 г. после выделения из нее кафедры вычислительной техники, она стала именоваться сначала кафедрой автоматизированных систем управления, а позднее кафедрой информационных систем. В 1976 г. Н.А. Железнова сменил на посту заведующего кафедрой Е.Т. Мирончиков, руководивший этой кафедрой вплоть до 2001 г.

Среди достижений в области теории информации учеников и последователей Н.А. Железнова следует выделить книгу В.Д. Колесника и Г.Ш. Полтырева «Теория информации». Книга не только является превосходным учебником (и сегодня лучшим учебником на русском языке) по классической теории, но и содержит материал по анализу многопользовательских систем, сохраняющий свою актуальность и сегодня. Интересные результаты в области оценки потенциальных возможностей передачи по широкополосному каналу, каналу множественного доступа были получены Г.Ш. Полтыревым, который во второй половине 70-х гг., несомненно, был лидером исследований по теории информации в ЛИАП. Он предложил также метод передачи по каналам с памятью, получивший название декорреляции с предсказанием. Оценки вероятности ошибки для некоторых каналов с памятью были получены Е.Т. Мирончиковым и Н.А. Шехуновой, которые рассматривали возможности использования в таких каналах возможности предискажения передаваемых сигналов. Анализ неблоковых методов передачи по каналам связи с обратной связью дал Б.Д. Кудряшов.

Теоремы Клода Шеннона были, однако, теоремами существования, они доказывали, что решение задачи надежной связи существует, но не указывали пути достижения этого решения. Поиск эффективных методов передачи (кодирования передаваемой информации) занимается теория помехоустойчивого кодирования, которая стала предметом многочисленных исследований сотрудников кафедры.

Ярчайшими представителями этого направления исследований являются профессора Виктор Дмитриевич Колесник и Евгений Тимофеевич Мирончиков. Известно,

что особой удачей для талантливых людей в науке является оказаться на том ее (науки) направлении, которое интенсивно развивается. Эта удача была дана молодым ученым. Учившиеся в одной учебной группе и окончившие ЛИАП в 1960 г., вместе работавшие в Институте электромеханики АН СССР, они пришли на кафедру технической кибернетики в 1964 г. в группе А.Н. Радченко. Пришли с написанными кандидатскими диссертациями и сложившимся направлением исследований в области теории кодирования. Несомненно, атмосфера кафедры оказалась полезной для В.Д. Колесника и Е.Т. Мирончикова. В 1968 г. они выпускают монографию «Декодирование циклических кодов», ставшую, без преувеличения, значительной вехой в развитии отечественной теории кодирования. Важнейшим результатом монографии является создание теории мажоритарных кодов, т.е. кодов, допускающих посимвольное декодирование на основе голосования по каждому символу с использованием систем независимых или мало зависимых проверок. Е.Т. Мирончиков и В.Д. Колесник предложили строить такие коды на основе конечных геометрий и сумели оценить параметры получающихся кодов.

Именно В.Д. Колесника и Е.Т. Мирончикова следует считать создателями всемирно признанной школы по теории кодирования, которая существует в ЛИАП-ГУАП. Среди достижений этой школы следует отметить теорию сложности декодирования произвольных линейных кодов, разработанную в трудах Г.С. Евсеева и Е.А. Крука. Теоретической предпосылкой для создания этой теории стала доказанная (в первом своем варианте) Г.С. Евсеевым лемма, позволяющая оценить кратность ошибок, которые необходимо исправлять для того, чтобы декодировать произвольный линейный код практически по максимуму правдоподобия. Эта лемма легла в основу всех работ по сложности декодирования. Она позволила Е.А. Круку получить лучшие из известных на сегодня оценки для сложности декодирования эффективных линейных кодов.

Вычислительные системы и сети

Это направление также развивалось с первых дней создания кафедры технической кибернетики. Его лидером стал профессор М.Б. Игнатьев.

Кандидат технических наук Михаил Борисович Игнатьев был приглашен на кафедру технической кибернетики в конце 1963 г. из Института электромеханики АН СССР. К тому времени им была уже опубликована ставшая широко известной монография «Голономные автоматические системы». В ней были изложены основополагающие аспекты теории систем со структурированной неопределенностью и сделана попытка сформулировать основной закон кибернетики. Им было доказано, что число произвольных коэффициентов в структуре эквивалентных уравнений описывающих систему, содержащую N переменных при наличии M ограничений, равно числу сочетаний из N по $M+1$.

Игнатьев М.Б. быстро включился в работу на кафедре, и уже летом 1964 г. в ЛИАП при поддержке Совета по кибернетике при президиуме АН СССР был проведен первый симпозиум по проблеме избыточности в информационных системах. На симпозиуме была представлена серия докладов по методу избыточных переменных для контроля, диагностики и коррекции вычислительных процессов и технических систем.

Летом 1965 г. М.Б. Игнатьев участвовал в международном конгрессе ИФАК, проходившем на теплоходе «Адмирал Нахимов» в круизе по Черному морю, и на который были приглашены многие известные ученые из разных стран. На этой конференции М.Б. Игнатьев выступил с докладом «О совместном использовании принципов введения избыточности и обратной связи для построения ультраустойчивых систем», ко-

торый вызвал большой интерес и послужил основой для дискуссии со знаменитым профессором Л. Заде. С профессором Заде у М.Б. Игнатъева сложились дружеские отношения, и они в последующем неоднократно встречались как в США, так и других странах, обсуждая проблемы неопределенности. В 1967 г. М.Б. Игнатъев участвовал в международной конференции по аналоговым вычислениям в Швейцарии, где выступил с докладом «The cheking and corection of analog and hybrid computation by the redundant variables method», который получил поддержку от известного профессора Г. Корна.

В 1968 г. М.Б. Игнатъев принял участие в симпозиуме в Ташкенте по освоению Луны, где познакомился с академиком В.П. Барминым, возглавлявшим фирму, создавшую макет лунной базы под Ташкентом. К этому времени становится актуальной задача о создании системы машин для освоения Луны, и ЛИАП получает заказ на создание шестиногой шагающей машины с управлением от ЭВМ, который был успешно реализован в 1970 г. Отметим, что в настоящее время американская концепция мобильной лунной базы базируется на использовании шестиногой шагающей машины. В 1968 г. исследователями был также изготовлен подводный робот с управлением от ЭВМ. В обоих случаях использовалась управляющая машина УМНХ, разработанная под руководством Ф. Староса в Ленинграде. В 1970 г. в лаборатории ЛИАП был запущен адаптивный робот.

В 1972 г. М.Б. Игнатъев был назначен и затем многие годы успешно работал заместителем главного конструктора по робототехнике. К концу 80-х гг. в СССР было изготовлено свыше 80 тысяч промышленных роботов, которые высвободили более миллиона рабочих; созданы роботы для исследования космоса, океана и системы боевых роботов. Эти работы были обобщены в монографии «Алгоритмы управления роботами-манипуляторами», изданной в 1972 г. издательством «Машиностроение» и в 1973 г. переведенной в США.

В 1972 г. кафедра технической кибернетики в ЛИАП разделилась, в результате образовались две кафедры – автоматизированных систем управления (сейчас это кафедра информационных систем) и вычислительной техники (ныне кафедра вычислительных систем и сетей). На этой последней кафедре и сосредоточились исследования в области рассматриваемого нами направления. Заведующим кафедрой вычислительной техники стал профессор М.Б. Игнатъев.

Наряду с методом избыточных переменных к основным результатам новой кафедры следует отнести работы М.Б. Игнатъева в области феномена адаптационного максимума, лингво-комбинаторного моделирования и работы по созданию нетрадиционных рекурсивных вычислительных систем. Развитие робототехники тесно связано с развитием вычислительной техники, и возможности роботов определяются возможностями вычислительных структур разного уровня. Именно поэтому после организации кафедры вычислительных систем и сетей в ЛИАП в 1972 г. кроме робототехники, важным направлением ее деятельности было выбрано создание развивающихся вычислительных систем нетрадиционной архитектуры. Чтобы понять логику такого решения, необходимо рассказать о состоянии мировой вычислительной техники в начале 70-х гг.

В это время господствовала фирма ИБМ, грубо нарушая законы о монополиях и ведя судебные процессы во многих штатах внутри США и других странах. Этот монополизм проявился и в компьютерной литературе – там описывались машины исключительно фирмы ИБМ, и почти ничего не говорилось о машинах других фирм, таких, например, как «Контрол Дейта Корпорейшн» (Control Data Corporation – CDC), «Бэрроуз» и др., которые выступали конкурентами ИБМ. В машинах фирмы ИБМ тех лет реализовывалась классическая фон-неймановская архитектура, которая уже не могла удовлетворить потребителей.

В Советском Союзе в тот период шла борьба между двумя тенденциями: развивать свои собственные разработки, такие как линейка машин «БЭСМ», «УРАЛ» и др., или копировать зарубежный опыт, прежде всего, копировать машины фирмы ИБМ. В этой ситуации наша молодая кафедра, выделившаяся из кафедры технической кибернетики ЛИАП в феврале 1972 г., решила развивать нетрадиционные многопроцессорные вычислительные системы, которые в перспективе обеспечивали высокую производительность и надежность. Для М.Б. Игнатьева это решение было продолжением его работ в области цифровых дифференциальных анализаторов, которые являлись многопроцессорными специализированными рекурсивными структурами с обратными связями. Важный шаг был сделан нашим доцентом В.А. Торгашевым, который предложил распространить и развить эти принципы на универсальные вычислительные машины. В итоге родилась концепция рекурсивных машин, которая получила поддержку Государственного Комитета по Науке и Технике в Москве и Института кибернетики во главе с академиком В.М. Глушковым в Киеве. Сложился творческий коллектив из москвичей, которых представлял В.А. Мясников, киевлян, которых представлял В.М. Глушков, и ленинградцев с общим центром в ЛИАП. В наиболее ярком виде эта концепция была представлена в нашем докладе на международном конгрессе ИФИП, проходившем в Стокгольме в 1974 г. Доклад на конгрессе в Стокгольме делал М.Б. Игнатьев; советская делегация отнеслась к нему очень холодно, зато иностранцы приветствовали этот доклад, который ниспровергал компьютерные авторитеты и традиционную архитектуру и провозглашал нетрадиционную рекурсивную, которая потом завоевала весь мир в виде систем клиент-сервер. В результате впервые советская компьютерная разработка была анонсирована на международной арене, что привлекло внимание с разных сторон. Итогом этой акции было, во-первых, включение работы в программу ГКНТ и выделение финансов на создание экспериментального образца рекурсивной машины; во-вторых, соглашение с фирмой «Контрол Дейта корпорейшен» по созданию рекурсивной машины на основе наших архитектурных решений; в-третьих, предоставление самой лучшей для того времени элементной базы и средств отладки.

М.Б. Игнатьев стал руководителем рабочей группы по сотрудничеству с фирмой «Контрол Дейта корпорейшен». В этом своем новом качестве он развивал как проект по рекурсивной машине, так и другие проекты, в числе которых была покупка машины «САЙБЕР» для Ленинградского научного центра АН СССР. На базе этой приобретенной ЭВМ организовался сначала Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр, а потом и Ленинградский институт информатики и автоматизации АН СССР.

Следует отметить, это было время некоторого потепления советско-американских отношений, именно в это время реализовывался совместный космический проект «Союз-Аполлон». Таким образом, в результате стечения благоприятных обстоятельств удалось развернуть работу по реальному созданию рекурсивной машины. Закипела работа, в которой принимали участие многие сотрудники кафедры: В.А. Торгашев, В.И. Шкиртиль, С.В. Горбачев, В.Б. Смирнов, В.М. Кисельников, А.М. Лупал, Ю.Е. Шейнин и многие другие.

В результате уже к 1979 г. были изготовлены многие блоки машины и осенью того же года экспериментальный образец рекурсивной машины был предъявлен государственной комиссии во главе с академиком А.А. Дородницыным. В специальном Постановлении ГКНТ СССР и Комиссии Президиума Совета Министров СССР от 14.09.1979 года за № 472/276 отмечалось, что запуск первого в мире экспериментального образца многопроцессорной рекурсивной машины высокой производительности и надежности является достижением мирового уровня. Были разработаны планы дальнейшего развития этой работы, но в декабре 1979 г. советские войска вошли в

Афганистан, и правительство США разорвало все научно-технические связи с СССР, в том числе и по линии фирмы «Контрол Дейта». Это обстоятельство, безусловно, нанесло нам большой ущерб.

Но работа продолжалась, хотя коллектив исполнителей разделился – часть сотрудников в январе 1980 г. во главе с В.А. Торгашевым перешла в Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр АН СССР, другая часть продолжала работать на кафедре ЛИАП над созданием различных модификаций многопроцессорных систем. Отдел рекурсивных машин был создан в Институте кибернетики в Киеве. Таковы внешние контуры этой пионерской работы, которая заложила основы построения самоорганизующихся вычислительных систем с внешним управлением.

В последние годы на кафедре вычислительных систем и сетей, которой профессор М.Б. Игнатъев заведовал более тридцати лет, развивается новое, чрезвычайно интересное направление – «Архитектура виртуальных миров». Вместе со своими учениками А.В. Никитиным и Н. Решетниковой профессор М.Б. Игнатъев значительно расширил наши представления о возможностях моделирования реальной картины мира. За комплекс инновационных разработок «Виртуальные образовательные миры Петербурга» М.Б. Игнатъеву, А.В. Никитину, А.А. Оводенко и Н.Н. Решетниковой была присуждена премия Президента России в области образования за 2003 г.

Уже более 30 лет на кафедре вычислительных систем и сетей рассматриваются задачи диагностики. Серьезные результаты в этой области получены Л.А. Мироновским и Г.С. Бритовым. Ныне на посту заведующего кафедрой профессора М.Б. Игнатъева сменил профессор М.Б. Сергеев, который развивает исследования в области встроенных вычислительных систем.

Безопасность информационных систем

Основные достижения в области информационной безопасности в ГУАП связаны с развитием кодовой криптографии – криптографии, основанной на использовании кодов, исправляющих ошибки.

Кодовые криптосистемы с открытым ключом возникли практически одновременно с системами, основанными на задаче разложения на множители и задаче дискретного логарифма. Однако на практике кодовые системы используются существенно реже. Это определяется как объективными причинами (большие величины длины публичных ключей), так и рядом субъективных обстоятельств, определивших высокую степень доверия к некодовым системам. Между тем, практика последних лет дает основание сомневаться в трудности задачи разложения чисел на множители и делает актуальным исследование кодовых криптосистем.

Направление, связанное с разработкой и исследованием кодовых криптосистем, начало развиваться на кафедре информационных систем ЛИАП еще в конце 80-х – начале 90-х гг. прошлого века. Большой вклад в его становление на кафедре внесла профессор Н.А. Шехунова, совместно с С.В. Беззатеевым предложившая кодовую систему иерархического доступа, обладающую высокими реализационными характеристиками.

В 2001 г. из кафедры информационных систем выделилась новая кафедра «Безопасность информационных систем», на которой сосредоточились основные исследования в области защиты информации. Сотрудникам новой кафедры принадлежит ряд принципиальных результатов в кодовой криптографии. Профессор Е.А. Крук предложил новый принцип построения кодовых криптосистем с открытым ключом, позволяющий построить системы, конкурентоспособные с лучшими известными некодовыми системами. Использование этих криптосистем позволяет в 15–20 раз умень-

шить размер открытых ключей по сравнению с классическими кодовыми системами. Особую важность при построении безопасных информационных систем имеет задача разработки цифровой подписи. Однако долгое время не было известно удовлетворительного решения этой задачи кодовыми методами. Е.А. Крук предложил систему цифровой подписи на базе кодов, исправляющих ошибки. Система обладает большей производительностью, чем ранее известные.

Симпозиум по проблеме избыточности в информационных системах

Еще в 1964 г. по инициативе профессора Н.А. Железнова и при поддержке Совета по проблеме Кибернетика при Президиуме АН СССР был проведен первый симпозиум по комплексной проблеме избыточности в информационных системах. В качестве тематики для симпозиума был выбран разнообразный круг вопросов, связанных с анализом и синтезом систем, обладающих структурной, логической или функциональной избыточностью. Симпозиум рассматривался как комплексный, межотраслевой, нацеленный на взаимопроникновение идей между различными направлениями кибернетики – информатики. В дальнейшем этот симпозиум стал традиционным и регулярно проводился в СССР. Он собрал широчайшую аудиторию ученых и инженеров, в его работе приняли участие (без преувеличения) тысячи специалистов – разработчиков сложных систем.

Среди традиционных секций симпозиума неизменно высоким уровнем докладов отличалась секция теории информации и кодирования, в работе которой в разные годы приняли участие практически все известные в этой области российские ученые и специалисты. Начиная с первого симпозиума, неизменно работала секция вычислительной техники. Секция систем передачи информации стала полигоном, на котором отрабатывались концепции многих отечественных связанных проектов.

Организаторы первых симпозиумов (Н.А. Железнов, М.Б. Игнатъев, Е.Т. Мирончиков) рассматривали избыточность как фундаментальное свойство систем. Они полагали, что использование избыточных ресурсов является необходимым условием создания надежных средств обработки, хранения, передачи информации и считали, что вводя специальные меры для характеристики избыточности, можно оценивать надежность технических систем. Такой подход к тематике выделял симпозиум среди многочисленных конференций по информатике как концептуальный, определял его значение для развития информационной техники в стране.

Трудно переоценить значение симпозиума для развития информатики в ЛИАП. Сотрудники кафедры технической кибернетики, а позднее и сотрудники вновь возникших информационных кафедр, получали возможность не только познакомиться с достижениями и взглядами ведущих ученых своей области, но представить на широкое обсуждение собственные результаты. Можно сказать, что быстрое профессиональное становление М.Б. Игнатъева, Е.Т. Мирончикова, В.Д. Колесника и многих других учеников и коллег Н.А. Железнова во многом и объясняется их регулярным участием в работе симпозиумов по проблеме избыточности.

С 1964 г. было проведено 10 симпозиумов по проблеме избыточности, в 1989 г. состоялся десятый такой симпозиум. Известные события современной российской истории надолго приостановили его равномерную работу. Однако после длительного перерыва симпозиум вновь начал свою деятельность. В июле 2007 г. он был проведен уже как XI-й и Первый международный симпозиум по проблеме избыточности в информационных системах. Хочется надеяться, что возродившийся симпозиум будет работать в наше время так же успешно, как работал ранее в СССР.

Развитие инфокоммуникационных технологий

Кафедра технической кибернетики с момента ее возникновения, а затем и все выкристаллизовавшиеся на ее базе кафедры неизменно вели крупные научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки. В советское время сотрудники ЛИАП выполнили десятки научно-технических и промышленных проектов. В трудные для страны 90-е гг. эти разработки значительно сократились. Однако высокий научный уровень позволил преодолеть указанный кризис. Многие исследовательские группы нашли применение своим знаниям в рамках международного сотрудничества. Ниже мы приведем результаты сотрудников ГУАП в области создания новых информационно-коммуникационных технологий, полученные в последние годы.

Телекоммуникационные технологии

Проблема организации надежной связи для широкого спектра приложений остается одной из наиболее актуальных в области развития современных информационных технологий.

Современные сети передачи данных (мобильные, сенсорные сети, автоматизированные системы контроля и учета потребления электроэнергии и т. п.), с одной стороны, находят широкое применение в промышленности и становятся важным элементом информационной инфраструктуры общества, с другой стороны, предполагают использование специальных телекоммуникационных технологий и технологий защиты информации. На сегодняшний день не только не решены вопросы создания аппаратуры, реализующей эти технологии, но и сами указанные технологии нуждаются в дальнейшем развитии. Разрабатываемые в настоящее время международные стандарты, поддерживающие телекоммуникационные технологии, технологии защиты информации, далеки от своего завершения и требуют адаптации применительно к отечественным условиям. В ближайшие десятилетия развитие техники средств связи, в значительной степени, пройдет под знаком внедрения указанных стандартов, поэтому важной задачей является разработка технических решений, способных найти применение в стандартах.

В 2003–2006 гг. в ГУАП на кафедре «Информационных системы» под руководством профессоров В.Д. Колесника и Б.Д. Кудряшова и на кафедре «Безопасность информационных систем» под руководством профессора Е.А. Крука проводились исследования в области сжатия и передачи информации.

Основные полученные результаты:

1. Разработана концепция выбора методов помехоустойчивого кодирования и декодирования, ориентированная на использование в проводной и беспроводной связи. Концепция позволила очертить круг кодеров и декодеров, применение которых полностью покрывает потребности основных разрабатываемых в настоящее время стандартов связи. Предложенные методы кодирования и декодирования кодов с малой плотностью проверок на четность, кодов, исправляющих группирующиеся ошибки, включены в стандарты IEEE 802.3, 802.16.

2. Разработана архитектура универсального перестраиваемого коммуникационного процессора, позволяющего реализовывать декодеры для всех имеющихся сегодня стандартов связи. Применение такого процессора позволит реализовать адаптивное кодирование для каналов с изменяющимися параметрами.

3. Разработана система кодирования для передачи видеоинформации, основанная на совместном кодировании информации для ее сжатия и для передачи по беспроводным каналам связи.

4. Сформулирована концепция суперканала, в рамках которой каждый логический уровень сети рассматривается как отдельный канал со своим квантом информации и своим типом искажений. Предложен метод совместного кодирования на различных

уровнях сети, позволяющий оптимизировать вносимую на различных уровнях сети избыточность. Метод позволяет решать одну из ключевых задач для систем связи четвертого поколения – задачу управления качеством сервиса.

Важным результатом работ в области телекоммуникационных технологий стало создание в ГУАП телекоммуникационной лаборатории, финансируемой корпорацией Intel.

Технологии защиты информации

Задача защиты информации от комплекса естественных и искусственных помех не только остается актуальной при организации передачи информации в сетях интегрального обслуживания, но и приобретает все большее значение в связи с повышением требований к уровню криптостойкости таких сетей. При этом развитие современных открытых сетей передачи информации (сетей общего пользования) привело к появлению разнообразных задач, ранее в криптографии не рассматривавшихся. В частности, при разработке систем информационной безопасности для распределенных вычислительных систем реального времени, сенсорных сетей, сетей мобильной связи, в ряде других сетевых приложений стоимостные, энергетические или габаритные требования диктуют необходимость выполнения ограничений на память и/или быстродействие используемых процессоров. Между тем, стандартизованные алгоритмы аутентификации и распределения ключей основаны на вычислительно трудоемких алгоритмах, что делает проблематичным их использование в указанных приложениях. Одним из актуальных направлений прикладной криптографии в настоящее время является разработка систем информационной безопасности, ориентированных на использование в устройствах с ограниченными вычислительными и энергетическими ресурсами.

В период 2003–2006 гг. в ГУАП на кафедре «Безопасность информационных систем» под руководством профессора Е.А. Крука проводились работы по созданию безопасных сетевых технологий и внедрению их в международные стандарты связи.

Основные полученные результаты:

1. Разработаны алгоритмы распределения ключей в децентрализованных сетях. Алгоритмы ориентированы на реализацию с помощью устройств малой вычислительной мощности.

2. Разработан метод защиты информации на физическом уровне, позволяющий осуществлять совместную защиту информации от ошибок в канале связи и от несанкционированного доступа.

3. Предложены схемы безопасной агрегации информации, которые позволяют организовать безопасный обмен информацией без увеличения избыточности.

4. Внесены предложения по обеспечению безопасности информации в международные стандарты передачи информации IEEE 802.11i, 802.11s, 802.11w.

Важным результатом работ в области безопасных информационных технологий стало создание в ГУАП совместной с корпорацией Самсунг лаборатории в области защиты сетевой информации.

Технологии «СИСТЕМЫ-на-КРИСТАЛЛЕ»

Развитие технологий производства интегральных схем за последнее десятилетие привело к радикальным изменениям в технике и технологии создания систем на их основе. Современные интегральные схемы могут содержать сотни миллионов транзисторов. В проектных нормах промышленные интегральные технологии в последние годы преодолели барьер в 100 нм (0,1 мкм) и вторглись в область нанотехнологий (1-100 нм). В прогнозируемых на следующий год промышленных технологиях с проектной нормой в 45 нм кристаллы СБИС будут содержать уже порядка 10 миллиардов транзисторов на кристалле. Прогнозы промышленности показывают как минимум на

10 лет вперед и дальнейший рост степени интеграции СБИС по известному закону Мура – удвоение числа транзисторов на кристалле каждые 1,5–2 года.

Столь радикальные количественные изменения приводят к качественным изменениям в технике и технологии создания систем обработки, передачи информации и управления с использованием интегральных технологий. Стирается грань между понятиями «элементная база», «прибор», «система». Растет доля проектов систем, ориентированных на построение «СИСТЕМ-на-КРИСТАЛЛЕ» (*Systems-on-Chip, SoC*). Мировой рынок электронной компонентной базы (ЭКБ) класса «СИСТЕМЫ-на-КРИСТАЛЛЕ» оценивается в 30 млрд. долларов к 2010 г.

«СИСТЕМЫ-на-КРИСТАЛЛЕ» (СнК) второго поколения определяются как однокристалльные многофункциональные устройства, с несколькими процессорными ядрами внутри, которые управляют различными функциональными подсистемами со встроенным системным и прикладным программным обеспечением (*firmware*), реализующие законченное решение целевой задачи. В ГУАП в 2003–2006 гг. на кафедре «Информационные системы» под руководством профессора Ю.Е. Шейнина велись работы в области СнК.

Основные полученные результаты:

1. Предложена формальная модель параллельных вычислений в неоднородных многоядерных СнК класса «СЕТИ-на-КРИСТАЛЛЕ» (*Network-on-Chip, NoC*), на основе которой разработан ряд строгих и эвристических алгоритмов размещения процессов среднегранулярных параллельных программ на процессорные ядра неоднородных многоядерных СнК.

2. Разработана формальная модель соединений для системного уровня проектирования (*System Level Design*) СнК, на основе которой предложены методики оптимизации топологии связей между процессорными узлами и размещения ядер в структуре многоядерных СнК с учетом энергопотребления.

3. Разработаны методы и алгоритмы встроенной автоконфигурации многоядерных СнК с обменом сообщениями, базирующиеся на децентрализованном тестировании и коллегиальном принятии решений об исправности вычислительных узлов СнК. Такие алгоритмы позволяют автоматически исключать неисправные узлы и формировать исправную конфигурацию при включении СнК.

Конференции по школьной информатике и проблемам устойчивого развития

С 1981 г. уже более 25 лет, под эгидой ЛИАП-ГУАП проводятся конференции по школьной информатике и проблемам устойчивого развития в Ленинграде и в Санкт-Петербурге. У истоков конференции стояли академики Ж.И. Алфёров, А.А. Воронов, А.П. Ершов, Н.Н. Моисеев, А.А. Самарский, члены – корреспонденты С.С. Лавров, В.К. Абалакин, Ю.В. Матиясевич, чемпион мира по шахматам М.М. Ботвинник и многие другие известные отечественные и зарубежные ученые и специалисты. Конференция сыграла важную роль в распространении знаний по информатике, вычислительной технике и автоматизации различных видов человеческой деятельности и была инициатором государственного постановления в апреле 1985 г. по широкому внедрению средств вычислительной техники и информатизации образования. После этого информатика превратилась из факультативного в обязательный школьный предмет, многие учителя прошли переподготовку в вузах.

С тех пор возникли новые поколения компьютеров, появились вычислительные сети, Интернет связал весь мир, и еще более остро встал вопрос об информатизации образования. В названии конференции появились новые слова; теперь это конференция не только по школьной информатике, но и по проблемам устойчивого развития,

что отражает обеспокоенность человечества бездумным развитием технологий. В рамках Организации Объединенных Наций разрабатывается глобальная программа устойчивого развития всей планеты, в ряде стран и регионов формируются аналогичные программы, молодежь планеты идет впереди в осознании проблем устойчивого развития – устойчивого развития как отдельного человека, так и семьи, и предприятий, и сел и городов, и регионов. Через эту конференцию со своими докладами и программными разработками прошли более 15 тысяч школьников и студентов, которые составили основной костяк специалистов по информатике Северо-Запада России.

Исследования в области кибернетики-информатики в ЛИАП-ГУАП имеют значительную, теперь уже 45-летнюю историю. Представляется, что это достойная история. Но это не законченная, а развивающаяся история. Ушел из жизни Николай Андреевич Железнов, но по-прежнему активны его первые ученики – М.Б. Игнатъев, В.Д. Колесник, Е.Т. Мирончиков, работают большие и квалифицированные творческие коллективы. Исследования в области информатики продолжаются.

* * *

ВКЛАД БАЛТИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА В РАЗВИТИЕ ИНФОРМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

Исследования в области информатики и кибернетики были развёрнуты в Ленинградском механическом институте (ЛМИ) (в настоящее время БГТУ – Балтийском государственном техническом университете «Военмех» им. Д.Ф. Устинова) в 1949 г., когда по инициативе академика Королёва С.П. в институте была создана кафедра систем управления ракетно-космическими объектами. Впоследствии на базе этой кафедры были образованы специализированные кафедры: автоматических систем и синхронно-следящих приводов; конструирования и производства систем управления; радиоэлектронных систем.

На базе этих кафедр в 1957 г. был образован приборостроительный факультет (в настоящее время – факультет информационных и управляющих систем), который послужил основой для создания двух факультетов: «Мехатроники и управления» и «Информационных и управляющих систем», объединённых в 2002 г. в Институт систем управления, что позволило на единой системной основе готовить высококвалифицированных специалистов, а также широким фронтом развернуть научные исследования в следующих перспективных областях: безопасности движения и управления транспортом; технологии высокоточной навигации и управления движением; базовых критических военных и специальных технологий.

Исследования в указанных областях традиционно проводились и проводятся в тесном взаимодействии и кооперации с ведущими научными организациями и предприятиями страны и опираются на новейшие достижения науки и техники в области информатики и кибернетики. Все полученные научные достижения и результаты передаются для внедрения и последующего развития ведущим организациям и предприятиям страны, в том числе в Российскую академию наук.

Вклад организации в целом

За более чем полувековую историю проведения исследований университет, откликаясь, в первую очередь, на потребности практики, внёс существенный вклад в разработку и реализацию следующих проектов:

- системы очувствления (системы технического зрения) автономных подвижных объектов различных типов и назначений;
- системы автовождения автономных подвижных объектов (планетоходов) на основе разработанных систем очувствления;
- приборный комплекс ЭФО-2/ФБА-210 для наблюдения из космоса за параметрами верхних слоёв атмосферы Земли, установленный на орбитальной космической станции «МИР»;

- проект первой в стране управляющей цифровой вычислительной машины в операции с ведущими организациями города;
- комплекс датчиков и преобразователей для систем управления автономных подвижных объектов;
- испытательный комплекс «КАМА» для полунатурных испытаний автономных подвижных объектов и их бортовых комплексов управления.

Результаты, полученные учёными университета, явились весомым вкладом в достижения Санкт-Петербургской (Ленинградской) научной школы в космических областях. К таким достижениям относятся как очувствление планетоходов и создание на этой основе систем их автовождения по поверхности планет с крайне сложным рельефом, а также вклад в исследование с борта орбитальной космической станции «МИР» верхних слоёв атмосферы Земли с помощью специальных оптико-электронных комплексов.

Характерной особенностью указанных выше научных результатов является то, что все они доведены до действующих образцов, получили высокую оценку научной общественности и в ряде случаев обладают мировой новизной.

Роль ведущих учёных и научных школ

Кафедра систем обработки информации и управления

Решение ряда научно-технических задач как оборонного, так и народно-хозяйственного направления требует разработки и создания систем, способных воспринимать реалии внешнего мира и в какой-то степени выполнять функции органов чувств человека, в частности зрения. Возможность создания таких систем появилась с 50–60-х гг. прошлого века в связи с развитием микроэлектронных технологий. Именно тогда ведущие научные коллективы СССР начали заниматься как проблемами средств очувствления (средств сбора информации о внешней среде), так и обработкой информации с целью создания систем автоматического управления для машин и механизмов, облегчающих труд человека или исключают его участие в чрезвычайных ситуациях. Естественно, что подобные исследования начали проводиться и в Ленинградском механическом институте, общепризнанной по тем временам научно-конструкторской школе, имеющей богатый опыт создания различных систем оружия. Здесь в начале 60-х гг. прошлого века под руководством профессора В.А. Веселова была сформирована научная группа молодых ученых-энтузиастов, способных решать подобные задачи, в составе выпускников ЛМИ: Кузнецова Василия Григорьевича, Белякова Георгия Михайловича, Гробового Романа Николаевича, Зилитинкевича Игоря Сергеевича, Ипатов Олега Сергеевича (в настоящее время – ректора БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова), Лосева Сергея Александровича, Тили Сергея Юрьевича, Федосеева Сергея Валентиновича, Хабибулина Анатолия Евгеньевича. При этом В.Г. Кузнецов впервые предложил создать светолокатор на основе полупроводникового лазера, который должен был зондировать окружающую среду узким световым пучком и собирать информацию о дальностях и угловых координатах до отражающих точек окружающей среды локатора.

Этим коллективом в 1965 г. был создан первый бортовой светолокатор, позволявший в полусфере радиусом до 30 м. производить измерения координат точек отражающих поверхностей среды со скоростью 2000 измерений в секунду. Светолокатор мог работать по диффузным поверхностям с коэффициентами отражения от 0,05 до 0,95, соответствующими грунтам типа светлый песок и асфальт. До этого времени подобного прибора в практике мирового приборостроения не существовало. Так был создан первый «искусственный глаз», позволявший воспринимать геометрию внешнего мира светолокатора. Практически с этого момента в технической литературе появился термин «система технического зрения».

Публикации по быстрому дистанционному измерению координат точек среды привлекли к себе внимание научной общественности. Первым отреагировал на это главный

конструктор шасси лунохода Кемурджиан Александр Леонович из ВНИИ «Трансмаш», перед которым стояла задача обеспечения безопасности автодвижения планетоходов для исследования удалённых планет, когда дистанционное управление становилось весьма затруднительным из-за большой длительности прохождения управляющих радиосигналов, подаваемых с Земли, как это было в случае лунохода. А.Л. Кемурджиан предложил коллективу университета начать совместные работы по системам автовождения марсоходов. Научный коллектив под руководством профессора В.А. Веселова в кратчайшие сроки оснастил натурный макет марсохода разработанной им системой технического зрения, после чего учёные ЛМИ и ВНИИ «Трансмаш» начали работы по отработке системы автовождения марсоходов. Со стороны ВНИИ «Трансмаш» эту работу возглавил Сологуб Павел Степанович. На первых порах задачей автовождения было детектирование непреодолимых образований рельефа на пути движения марсохода и их объезд. Отработка системы автовождения проводилась в 1977–1986 гг. на Камчатских полигонах Шивелуч и Толбачик, отличающихся различными отражающими способностями грунтов (грунты на Шивелуче более светлые, нежели на Толбачике). Результатом этих работ явилось создание систем автовождения, впервые позволяющих осуществлять автономное движение планетохода в условиях поверхностей с крайне сложным рельефом. Наибольший вклад в эту работу внесли В.Г. Кузнецов, О.С. Ипатов, Р.Н. Гробовой, К.В. Пастухов и Г.В. Герхен-Губанов. Проведенные испытания показали, что задача автовождения наземных машин по сложному рельефу представляется более сложной, нежели, например, автопилотирование. Формирование оптимальной траектории движения связано с построением высотной карты окрестностей планетохода в памяти его бортовой вычислительной машины по информации светолокатора и «прокатыванием» по ней модели планетохода с принятием решения о приемлемой траектории движения с учетом динамики, а также с выработкой управляющих сигналов и представляется интересной и очень сложной математической задачей. Её решение требует больших вычислительных ресурсов, что обусловило использование полунатурного моделирования. С этой целью в ЛМИ были созданы комплексы для средств полунатурного моделирования и решения проблем автовождения. Один из них представлял собой колёсную тележку с тремя мотор-колесами и управляемыми степенями подвижности по вертикальным осям, оснащенную светодальномером и приводами по всем степеням подвижности. Второй комплекс был выполнен в виде шестиногой платформы и также был оснащен светолокатором. Оба комплекса были рассчитаны на их использование в лабораторных условиях. Комплексы были созданы сотрудниками ЛМИ Тарелкиным Евгением Борисовичем и Мидцевым Борисом Фёдоровичем под руководством Герхен-Губанова Георгия Владимировича.

Шагающий комплекс был передан в Институт прикладной математики (ИПМ) имени М.В. Келдыша АН СССР группе ученых, возглавлявшейся академиком РАН Д.Е. Охоцимским. На базе этого комплекса были проверены алгоритмы и системы управления движением шагающей машины в лабораторных условиях. Это позволило коллективу ИПМ под руководством Д.Е. Охоцимского и д.ф.-м.н. А.К. Платонова начать работы на натурном макете шагающей шестиногой платформы, рассчитанной на несение седока и всего управляющего комплекса. Платформа была изготовлена во ВНИИ «Трансмаш» под руководством М.В. Кудрявцева и имела 18 управляемых степеней подвижности и очувствленные стопы. Приводы управления, системы управления ими и системы очувствления были разработаны и изготовлены коллективом ЛМИ. Так, в ИПМ возникла научная школа по очувствлению машин с большим числом управляемых степеней подвижности, которая получила признание не только отечественной науки.

Один из колесных комплексов был передан в Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет) на кафедру, возглавляемую академиком АН СССР И.М. Макаровым. Здесь образовалась общепризнанная научная школа по системам автоматизации производства.

Второй колесный комплекс был передан в Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем имени академика Каляева А.В. Таганрогского государственного радиотехнического университета. Здесь под научным руководством члена-корреспондента РАН И.А. Каляева были развернуты работы по созданию сверхбыстродействующих систем по обработке информации для систем автовождения на основе нейроподобных структур.

Созданный научно-технический задел был использован для очувствления специального робота «Кентавр», созданного во ВНИИ «Трансмаш» по инициативе Л.Н. Лупичева – директора Института физических проблем (ИФП) АН СССР. На исследования в этом направлении обратил внимание лично президент АН СССР А.П. Александров, в результате чего в обеспечение этих работ в ЛМИ была создана специальная группа под научным руководством профессора В.А. Веселова для создания систем очувствления этих роботов.

Следующим этапом решения задач автовождения стало дистанционное в темпе движения машины определение несущих свойств грунтов, что потребовало комплексировать хорошо себя зарекомендовавшие светолокационные методы с другими методами определения физических свойств поверхностей и свойств грунтов. Сотрудник ЛМИ Р.Н. Грбовой разработал метод косвенного определения опорной проходимости грунтов на основе комплексирования информации, предоставляемой несколькими информационными каналами, созданными на различных физических принципах, в том числе с использованием ультразвуковых колебаний. Это позволило существенно расширить возможности автовождения транспортных средств в экстремальных условиях.

Все перечисленные выше работы и полученные результаты позволяют считать Санкт-Петербург родиной отечественных марсоходов и планетоходов.

Полученный научный задел в области применения ультразвуковых методов при решении задач прогнозирования опорной проходимости транспортных роботов позволил открыть новое конверсионное направление – создание приборов помощи инвалидам по зрению. Были разработаны сонарные очки – ультразвуковой локатор в очковой оправе с представлением информации инвалиду о внешней среде в виде псевдостереофонического музыкального образа. Эти очки получили самые высокие отзывы как больных, так и медицинских учреждений. В дальнейшем под руководством О.С. Ипатова доцентом Ершовым на базе экспериментально-опытного завода – учебно-производственного центра БГТУ была разработана серия достаточно дешевых ультразвуковых детекторов препятствий, в частности трость и фонарь для слепых, и начато их изготовление. На этих же принципах был разработан специальный фонарь «ПОИСК-01» с устройством звуковой индикации обнаружения препятствий, предназначенный для сотрудников МЧС при проведении спасательных работ в задымленных помещениях.

Важнейшей работой коллектива в 1986–1992 гг. под руководством О.С. Ипатова стала разработка системы обеспечения безопасности экипажа наземного минного прорывателя, предназначенного для разминирования минных полей в условиях сложного рельефа местности. Образцы таких очувствленных машин были созданы и прошли все необходимые испытания и переданы в Министерство обороны Российской Федерации. Другой работой было создание системы автовождения боевой машины пехоты без экипажа по лесным дорогам на скоростях до 30 км/ч. Эти работы были выполнены инициативной группой ученых в составе В.Г. Кузнецова (БГТУ) и В.П. Носкова (МГТУ имени Н.Э. Баумана).

В 1989 г. перед коллективом кафедры была поставлена задача разработки быстрой действующего звездного фотометра для изучения физических процессов в атмосфере Земли и контроля их параметров при наблюдении из космоса (ЭФО-2/ФБА-210). Техническое задание на создание такого прибора разработал доктор физико-математических наук, летчик-космонавт СССР, выпускник ЛМИ Г.М. Гречко. В течение всего

времени работы над фотометром ЭФО-2/ФБА-210 в 1992–2001 гг. он являлся куратором и научным консультантом проекта. Руководство группой космонавтов по выполнению измерений на борту орбитальной космической станции (ОКС) «МИР» осуществлял лётчик-космонавт, выпускник ЛМИ С.К. Крикалёв. Головной организацией – исполнителем проекта был определён БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова как имевший большой задел в области космического приборостроения. Научным руководителем проекта был назначен В.А. Веселов, а техническим руководителем – Я.П. Подвизный.

Работы выполнялись в кооперации с ведущими организациями космической отрасли: ОАО «Ракетно-космическая корпорация «ЭНЕРГИЯ» имени С.П. Королева», Институт физики атмосферы РАН, Российский государственный научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина, НПО ЛОМО. Был сформирован коллектив в составе: В.А. Веселов – руководитель проекта, кандидат технических наук, профессор БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова; Г.М. Гречко – доктор физико-математических наук, лётчик-космонавт СССР, заведующий лабораторией Института физики атмосферы РАН; А.Ю. Калери – лётчик-космонавт РФ, заместитель начальника отдела головного конструкторского бюро ОАО «Ракетно-космическая корпорация «ЭНЕРГИЯ» имени С.П. Королева»; В. Кан – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института физики атмосферы РАН; В.А. Керножицкий – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник кафедры БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова; А.С. Массарский – кандидат педагогических наук, доцент, ведущий научный сотрудник БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова. В состав этого научного коллектива вошли также: Г.И. Падалка – лётчик-космонавт РФ, инструктор-космонавт – испытатель отряда Российского государственного научно-исследовательского испытательного центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина; А.И. Пахомов – начальник головного конструкторского бюро ОАО «Ракетно-космической корпорации «ЭНЕРГИЯ» имени С.П. Королева»; Я.П. Подвизный – ведущий научный сотрудник кафедры БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова и А.Н. Флёров – доцент кафедры БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова.

Явление мерцания звезд, вызванное флуктуациями плотности воздуха, достаточно хорошо изучено для условий наземных наблюдений. Наблюдения из космоса через атмосферу Земли отличаются тем, что, во-первых, наблюдатель находится далеко за атмосферой, и, во-вторых, влияние более плотных слоев атмосферы ниже перигея луча зрения автоматически исключается. Первое обстоятельство приводит к значительному усилению мерцаний при распространении в свободном пространстве за атмосферой. В результате наблюдаемые флуктуации светового потока становятся достаточно выраженными даже при наличии очень малых возмущений плотности воздуха. Второе отличие также способствует исследованию неоднородностей плотности воздуха на больших высотах, недоступных для зондирования с поверхности Земли из-за маскирующего действия более плотного турбулизованного пограничного слоя. Разработанная теория мерцаний, наблюдаемых из космоса, позволила поставить обратную задачу: использование космических наблюдений для изучения структуры флуктуаций плотности, поскольку мерцания определяются различными участками спектра атмосферных неоднородностей. В этом случае представляется возможным выявить и детально исследовать анизотропную компоненту неоднородностей в стратосфере. По этой причине разработка звездных фотометров, отслеживающих и регистрирующих мерцания звезд, приобретает особую актуальность. Так, использование автоматических спутников для космического зондирования позволит осуществлять непрерывный и глобальный мониторинг параметров атмосферы.

Все это определило актуальность и создало теоретическую основу для создания приборного комплекса звездного фотометра (ЭФО-2/ФБА-210). Этот прибор по

совместному решению Председателя Совета «ИНТЕРКОСМОС» при АН СССР и Начальника Главкосмоса СССР (решение было принято в 1989–1990 гг.) в 1996 г. был установлен на борту ОКС «МИР» для проведения эксперимента «Экстинкция света звезд на аэрозолях космического происхождения».

Начало развитию исследований турбулентности в земной атмосфере по наблюдениям мерцаний звезд из космоса было положено серией визуальных наблюдений за звездами при их заходах, проведенных летчиком-космонавтом СССР Г.М. Гречко на борту орбитальной станции «САЛЮТ-6». Были проведены наблюдения с заходами звезд и планет, определены высоты перигея луча, когда звезды начинают мерцать и когда мерцания становятся сильными. Предложенные им гипотезы легли в основу разработки требований к приборному комплексу звездного фотометра ЭФО-2/ФБА-210. Для реализации этого и успешного проведения экспериментов по спутниковому мониторингу тонкой структуры атмосферы наиболее важным было обеспечить требования к динамическому диапазону прибора, чувствительности (отношению сигнал/шум), быстродействию (частотной полосе) прибора, полосе пропускания оптических светофильтров и величине поля зрения измерительного канала фотометра.

Для обеспечения необходимой чувствительности прибора диаметр главного зеркала приемного объектива был увеличен до 210 мм, а фотоумножитель и электронный блок вводились в режим счета фотонов. Основным источником шума оказался дробовый (квантовый) шум фотоумножителя. Статистика дробового шума определяется распределением Пуассона, свойства которого хорошо изучены, и вклад шума в статистические моменты измеряемого сигнала (дисперсию и частотные спектры мерцаний) оказалось возможным корректно учесть. Для работы с самыми яркими звездами («Сириус», «Канопус» и т. д.) верхняя граница динамического диапазона счета фотонов должна была обеспечивать не менее 50 млн. отсчетов фотоэлектронов за 1 сек. Нижняя граница динамического диапазона определялась темновым счетом фотоумножителя.

При изучении земной атмосферы с борта орбитальной станции «МИР», как уже отмечалось выше, пространственная разрешающая способность составляет примерно $r_F \approx 1$ м. Чтобы реализовать такое разрешение в измерениях, было обеспечено соответствующее быстродействие фотометра, которое определялось характерным временем r_F/V_{\max} , где V_{\max} – максимальное значение проекции скорости наблюдателя на лимб планеты. Для наблюдателя на орбитальной станции «МИР» $V_{\max} = 7,5$ км/с. Следовательно, верхняя граница полосы пропускания фотометра для исследования турбулентности в атмосфере была обеспечена не менее чем $f_{\max} = V_{\max}/r_F = 7,5$ кГц, а соответствующая частота выборки сигнала $\nu_{\max} = 2f_{\max} = 15,0$ кГц. Соответственно, при разработке прибора была реализована частота выборки фотоотсчетов переменной с коэффициентом 2 от 0,125 кГц до 16 кГц.

Важным с научной точки зрения является вопрос выбора оптических фильтров, ограничивающих спектральный диапазон принимаемого света. При наблюдении естественных источников света (звезды) свет всегда принимается в некоторой конечной полосе длин волн. Слабая дисперсия показателя преломления воздуха в оптическом диапазоне, т. е. зависимость показателя преломления от длины волны, приводит к хроматическим aberrациям. Основной эффект хроматических aberrаций связан с тем, что лучи на разных длинах волн, одновременно попадающие в приемный объектив, проходят в атмосфере по разным траекториям, разнесенным по вертикали на расстояние хроматического сдвига, который пропорционален ширине светофильтра. В зависимости от условий наблюдений и структуры атмосферных неоднородностей хроматический эффект может приводить как к сглаживанию высокочастотной компоненты мерцаний, так и к подавлению мерцаний во всем диапазоне частот. Выбор ширины светофильтров определялся двумя противоположными факторами: для уменьшения хроматического эффекта необходимо было уменьшать ширину фильтров; с другой стороны, уменьшение ширины

фильтров приводило к ослаблению принимаемого светового потока и, соответственно, к ухудшению чувствительности прибора. Для оптимизации работы прибора в различных условиях (звезды с различной яркостью, различный диапазон исследуемых высот, геометрия наблюдений) в приборе был предусмотрен набор светофильтров разной ширины, центрированных на максимум квантовой эффективности фотомножителя – от интерференционных светофильтров до режима работы без светофильтра.

Выбор размера углового поля зрения измерительного канала прибора продиктован двумя конкурирующими факторами: с одной стороны, поле зрения должно обеспечивать надежную, без сбоев, работу космонавта при ручном наведении и гидрировании выбранной звезды, с другой – отсементировать, до приемлемого уровня световые помехи, возникающие из-за фона ночного неба и других источников посторонней засветки. В качестве компромисса было выбрано поле зрения измерительного канала в 10 угловых минут.

Результаты анализа и обработки данных наблюдений мерцаний звезд на орбитальной станции «МИР» показали, что созданный приборный комплекс ЭФО-2/ФБА-210 отвечает всем требованиям, выдвинутым при его разработке. Технические характеристики прибора позволили надежно регистрировать мерцания звезд в заданном диапазоне высот с пространственным разрешением до долей метра. Разработанные методы решения прямой и обратной задач зондирования неоднородных структур позволили установить наиболее важные параметры атмосферной турбулентности и насыщенных внутренних волн в диапазоне высот 15-70 км. Характеристики прибора дали возможность исследовать и выявить потенциальные возможности метода дистанционного мониторинга случайного поля неоднородностей плотности атмосферы по спутниковым наблюдениям мерцаний звезд. В ходе экспериментов, проведенных с созданным приборным комплексом, были получены уникальные данные о структуре атмосферных неоднородностей. Эти результаты позволили закрепить приоритетное положение российской техники и науки в данной области исследований. В частности, было подтверждено наличие толстого, захватывающего верхние слои атмосферы пылевого слоя, состоящего из фрагментов метеоритов и различного космического мусора. Создание аналогичных фотометров, сконструированных для установки на автоматических спутниках, позволит перейти от экспериментальной стадии исследований к глобальному мониторингу структуры неоднородностей плотности атмосферы.

Учитывая высокую научную значимость исследований для развития космического мониторинга атмосферы Земли и приоритетность полученных данных, в 1989–1990 гг. было принято решение об установке прибора ЭФО-2/ФБА-210 на орбитальной станции «Мир» и продолжении наблюдений мерцаний звезд в рамках международного эксперимента, проводившегося по программе «ИНТЕРКОСМОС». Это решение было утверждено председателем Совета «ИНТЕРКОСМОС» при Академии наук СССР академиком В.А. Котельниковым и начальником ГЛАВКОСМОСА СССР А.И. Дунаевым («Решение об установке прибора ЭФО-2/ФБА-210 для продолжения проведения эксперимента «Экстинкция света звезд на аэрозолях космического происхождения» на ОКС «МИР» от 07.09.1990 г.).

Приборный комплекс – звёздный фотометр ЭФО-2/ФБА-210 был доставлен на борт орбитальной станции в 1996 г. Первые измерения были проведены в декабре 1996 – январе 1997 гг., следующие циклы измерений – в 1998–1999 гг. Всего было проведено более 30 успешно завершившихся сеансов наблюдений. Высота ОКС «МИР» в этих экспериментах составляла 350–370 км. Полученные результаты наблюдений нашли применение как в области фундаментальных исследований (в различных академических учреждениях, исследовательских центрах и т. д.), так и в прикладной области (при проведении экологических мониторингов, планировании космических полетов, проведении экспериментов в космосе, обеспечении безопасности полетов, решении ряда оборонных задач и т. д.).

Контактные измерения на зондах и ракетах, проводящиеся, в основном, в США, Франции, Германии и Японии, обеспечивают приемлемое пространственное разрешение, но имеют ограничения по исследуемому высотному диапазону. Измерения с помощью MST радаров, проводящиеся в Европе, Японии, США и Канаде, равно как и лидарные измерения, также ограничены по высоте и, кроме того, не разрешают мелкомасштабную структуру неоднородностей, в которой происходит основная диссипация энергии турбулентности в тепло. Кроме того, отсутствие достаточно широкой сети регулярно действующих станций контактных, радарных и лидарных наблюдений и сложность измерительной техники обуславливают недостаточно полную базу данных о тонкой структуре атмосферы и ее эволюции. В этих условиях применение звездного фотометра на борту МКС позволит исключить все эти очень дорогие методы и реализовать их устройства, что даст значительный технико-экономический эффект.

Основным научным достижением работы является создание на отечественной элементной базе приборного комплекса звездного фотометра ЭФО-2/ФБА-210, реализующего новый физический принцип исследования атмосферы Земли на основе регистрации мерцания звезд.

При создании указанного оптико-электронного комплекса впервые были разработаны:

1. Методика синтеза оптической системы с заданной чувствительностью, адаптированной к зондированию атмосферы Земли из космоса.

2. Программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий регистрацию мерцаний звезд, обработку и передачу полученной информации.

3. Конструкция системы ручного наведения, гидирования и селекции выбранного объекта наблюдения.

4. Программа автономной и наземной комплексной обработки приборного комплекса.

5. Комплекс технических требований к приборному комплексу звездного фотометра, реализующего новый физический принцип исследования атмосферы Земли на основе регистрации мерцания звезд и других объектов в космосе.

Конструирование и создание такого прибора, отвечающего к тому же специфическим требованиям, предъявляемым к космическим устройствам для работы в условиях невесомости на орбитальной станции, потребовало специальных опытно-конструкторских разработок с применением самой современной элементной базы, существовавшей на момент создания прибора. В таблице приведено сравнение характеристик прибора ЭФО-2 по отношению к его зарубежному аналогу ЭФО-1.

Как видно из приведенных данных, созданный комплекс звездного фотометра ЭФО-2/ФБА-210 по своим основным характеристикам в десятки – сотни раз превосходил аналоговый прибор. Следует отметить, что звездный фотометр ЭФО-2 в своем классе и по настоящее время по совокупности технических характеристик превосходит все известные в мировой научной практике подобные космические фотометры, несмотря на то, что разработка его была начата 15 лет назад. Так, например, быстрые фотометры аппаратуры GOMOS, установленные на платформе спутника ENVISAT Европейского космического агентства (этот спутник был выведен на орбиту в апреле 2002 г.), имеют близкие к ЭФО-2 характеристики по чувствительности и динамическому диапазону, но частота выборки сигнала у них составляет 1 кГц, что в несколько раз уступает по быстродействию. Создание прибора и проведение космических экспериментов основывалось на решении об установке прибора ЭФО-2 на орбитальной станции «МИР» и проведении наблюдений мерцаний звезд в рамках международного эксперимента по программе «ИНТЕРКОСМОС».

При создании звездного фотометра впервые были разработаны: устройство для его установки на иллюминаторе ОКС, высокоточный ручной привод для наведения и

слежения за наблюдаемыми звездами, уникальная система счета фотонов с передачей данных в бортовую ЭВМ станции. Правильность принятых решений подтверждена сохранением работоспособности прибора после длительного пребывания в условиях разгерметизации модуля «СПЕКТР» ОКС.

Для решения поставленных научных задач технические характеристики звездного фотометра обеспечили надежную регистрацию флуктуаций сигнала, вызванных мерцаниями звезд при наблюдениях с орбитальной станции «МИР», в диапазоне высот перигеев луча от 15 км до 70 км с пространственным разрешением долей одного метра. Созданный фотометр ЭФО-2 по своим основным характеристикам в десятки-сотни раз превосходит аналоговый фотометр ЭФО-1. По совокупности технических характеристик прибор ЭФО-2/ФБА-210 превосходит все известные в мировой научной практике аналогичные космические фотометры.

Таблица

Сравнение характеристик звездных фотометров

	ЭФО-1 (ЧССР)	ЭФО-2	ЭФО-2/ЭФО-1
Объектив	90 мм	210 мм	Спектральная плотность дробового шума в 20 раз меньше
Приемник	ФЭУ и аналоговый усилитель	ФЭУ цифровой и счет фото-электронов	
Полоса частот	До 100 Гц	До 8,0 кГц	Максимальная частота в 80 раз больше
Динамический диапазон	256 уровней телеметрии	Темновой счет – не более 300 Гц; максимальный счет – 50 МГц	Динамический диапазон в 500 раз больше

С помощью прибора ЭФО-2/ФБА-210 впервые в мировой практике космических наблюдений были получены уникальные новые данные о строении верхних слоев атмосферы земли. В целом создание звездного фотометра ЭФО-2/ФБА-210 закрепляет передовые позиции нашей страны в одном из приоритетных направлений науки и техники.

Высокие надежность и эксплуатационно-технические характеристики приборного комплекса ЭФО-2/ФБА-210 были подтверждены в процессе орбитальной работы. Так, когда вследствие потери герметичности модуля «СПЕКТР» ОКС, где наряду с данным комплексом была установлена американская исследовательская аппаратура, встал вопрос о переносе всей аппаратуры в другой отсек. Профессором В.А. Веселовым на основе глубокого анализа возможностей приборного комплекса ЭФО-2/ФБА-210 было принято техническое решение о продолжении его дальнейшего использования и проведении экспериментов, что и было выполнено. С этой целью приборный комплекс был перенесён в другой отсек, где, несмотря на длительное пребывание практически в открытом космосе, продолжал исправно функционировать при проведении дальнейших экспериментов. При этом американская и другая аппаратура иностранного происхождения практически вся вышла из строя. Тем самым на практике было блестяще подтверждено высокое качество разработанного в БГТУ приборного комплекса и его соответствие заданным техническим требованиям. К сожалению, данный комплекс вместе с ОКС «МИР» 22 марта 2001 г. был затоплен в Тихом океане.

Создание описываемого приборного комплекса показало возможности и научный потенциал российской высшей школы, когда учеными БГТУ и возглавляемой им кооперации ведущих научно-производственных организаций страны в трудные 90-е гг. в условиях крайне скудного и нерегулярного финансирования был создан измерительно-вычислительный комплекс мирового уровня, с помощью которого была произведена серия уникальных космических экспериментов.

Кафедра конструирования и производства систем управления

В 1959 г. на заведование кафедрой «Технология приборостроения» пришел к.т.н., доцент Майоров С.П., впоследствии получивший широкую известность как заведующий кафедрой вычислительной техники и проректор по науке ЛИТМО (д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники СССР, лауреат Государственной премии). Это был период начала развития хоздоговорных НИР, и С.П. Майоров сразу развернул самую большую в ЛМИ (в то время, Ленинградском механическом институте) НИР с Ленинградским конструкторским бюро, директором которого был Ф. Старос. Целью работы была конструкторско-технологическая разработка управляющей ЭВМ «УМ-1 НХ». Идеологом и куратором этого проекта был Ф. Старос, но и чертежи, и первая реализация были созданы в период 1959–1962 гг. на кафедре «Технологии приборостроения» приборостроительного факультета ЛМИ. Демонстрация машины на выставке 4 мая 1962 г. перед Н.С. Хрущевым оказалась решающим фактором для развития микроэлектроники в стране и создания зеленоградского центра микроэлектроники.

В 1962 г. С.П. Майоров перешел на работу в ЛИТМО и забрал с собой тематику и финансирование. Впоследствии за создание управляющей ЭВМ «УМ-1» коллектив авторов, включая С.П. Майорова, получил Государственную премию.

В 1966 г. в аспирантуру на кафедру «Технологии приборостроения» поступил Б.И. Бахтин, и начались хоздоговорные работы с ВНИИТ по автоматизации проектирования печатных плат. В 1969 г. Б.И. Бахтин защитил по этой тематике кандидатскую диссертацию и продолжил НИР с ВНИИРА по созданию САПР печатных плат. В рамках этих работ были созданы одни из первых в СССР САПР печатных плат «АВТОГРАФ» и «НЕВА». В 1982 г. Б.И. Бахтин защитил по итогам этих работ докторскую диссертацию.

Кафедра мехатроники и робототехники

С момента своего основания в 1951 г. (первоначально это была кафедра «синхронных следящих систем») кафедру возглавлял В.А. Бесекерский, впоследствии ставший одним из основоположников отечественной научной школы в области теории автоматического управления. Под его руководством на кафедре проводились одни из первых в стране исследования и разработки в области технической кибернетики, в области систем автоматического регулирования и управления различными техническими объектами.

Объём НИР и ОКР значительно возрос в 70-х–80-х гг., когда кафедру возглавлял сначала д.т.н., профессор Р.А. Сапожников, а с 1969 г. – профессор, д.т.н., заслуженный деятель науки и техники РФ А.М. Потапов. В этот период работали коллективы трёх отраслевых научно-исследовательских лабораторий. Ими исследовались:

- инвариантные следящие системы (профессор В.Н. Яворский);
- надёжность автоматических систем (профессор А.А. Бессонов и с.н.с. А.М. Мороз);
- статистический синтез оптимальных линейных и нелинейных корректирующих устройств САУ (профессор В.Т. Шароватов);
- параметрическая чувствительность и стабилизация качества САУ (доцент А.А. Пугач);
- методы и средства идентификации динамических объектов (профессор Ю.В. Загашвили, с.н.с. А.А. Маркелов).

По результатам исследований был опубликован ряд монографий.

По госзаказу совместно с ВНИИ телевидения сотрудники кафедры разработали и внедрили цифровые системы наведения и стабилизации телекамер для космических объектов (руководитель доцент Е.Б. Коротков). Были разработаны и изготовлены в ОНИЛ кафедры прецизионные автоматические задатчики давления для аттестации штатного авиационного оборудования (доцент Ю.Д. Иванов).

Под руководством профессора А.М. Потапова и доцента А.А. Ласточкина созданы опытно-экспериментальные образцы специальных исполнительных систем и приводов, а также образцы роботов для экстремальных сред. На отечественном и зарубежном уровне признаны оригинальными и перспективными ряд новых принципов и конструкций, а именно: концепция построения параметрических рядов мобильных, автономных, дистанционно-управляемых манипуляционных роботов типа РЭКС и ФЛЕМ на модернизированной конструкции пантографического типа для движения в среде с препятствиями. Макетно-экспериментальный образец робота РЭКС-5.01 использовался на Чернобыльской АС. Области возможного применения роботов: инспекция, разведка, выполнение аварийных и технологических работ; экстремальные условия и среды (природные и техногенные катастрофы, поисковые и спасательные работы, аварийно-восстановительные работы после пожара, взрыва, загазованности).

В 90-е гг. кафедра продолжала работы по теории и практике САУ и АСУ.

Фундаментальные результаты за последние 20 лет получены профессором А.М. Потаповым в теоретико-прикладных исследованиях методов проектирования и настройки динамических систем на базе типовых структур характеристических уравнений. В работах профессора Ю.В. Загашвили дальнейшее развитие получили методы проектирования систем управления с максимальной степенью устойчивости.

В условиях резко сократившегося финансирования выполнены исследования и разработки по созданию высокоточных элементов, узлов и систем позиционирования и стабилизации для высоких технологий (телекоммуникация через спутниковые ретрансляторы, субмикронная и нанолитография и др.). Были проработаны перспективные принципы построения и управления систем ориентации и динамической стабилизации механических объектов (опорно-поворотных устройств направленных антенн, лазерных лидаров мониторинга атмосферы, технологических платформ литографов с изменяемым положением центра масс и др.). Исследованы аспекты, обобщающие известные способы комбинированного управления и реализующие предложенные принципы нелинейного программно-компенсационного управления многозвенными и/или многомерными механическими объектами на подвижных носителях.

Во многом благодаря малым коммерческим предприятиям, которые возглавили инициативные преподаватели кафедры, основные исследования и разработки доведены до экспериментальных и серийных образцов. Под руководством доцентов Е.Б. Короткова, А.В. Мороза и Г.Л. Левинзона созданы:

– экономичные опорно-поворотные устройства направленных антенн для программно-цифрового слежения за орбитальными метеоспутниками с наземных пунктов приёма сигнала. На предприятии заказчика (во ВНИИ телевидения в Санкт-Петербурге) налажен серийный выпуск антенных установок, которыми ныне оснащены космодромы в Плесецке и Байконуре, военно-морские базы всех флотов РФ, центры ПВО и т. п.;

– мехатронная антенная установка на мобильном носителе с информационно-автономной прямой стабилизацией, наведением, поиском и автосопровождением принимаемого со спутника сигнала (для нужд ВМФ и маломерных гражданских судов). Экспериментальный образец был проверен в составе автономного мобильного комплекса спутникового телевидения на наземном носителе; аналоги успешного приёма спутникового ТВ-сигнала на движущемся автотранспорте не известны;

– пневмоэлектродинамическая система активно-пассивного виброгашения и пространственной стабилизации технологической платформы с позиционирующим оборудованием литографа. Экспериментальные образцы системы используются на предприятиях заказчиков (ВНИИ «Электронстандарт», в Санкт-Петербургском научном центре РАН и др.) в нанотехнологиях производства и контроля элементов электронной техники (БИС, СБИС и т. д.), могут использоваться в наукоёмких комплексах для проведения физических, биологических, медицинских и других исследований.

Группой под руководством профессора А.В. Логинова был разработан и серийно выпускается ЗАО «РИВАС» в Санкт-Петербурге параметрический ряд специализированных аналого-цифровых преобразователей сигналов вращающихся трансформаторов (АЦПВТ), преобразователи угол – код повышенной точности.

По направлению «информатика» с начала 70-х гг. на кафедре ведутся работы по разработке специализированного программного обеспечения для решения задач цифрового управления и автоматизации тестового контроля дискретных управляющих устройств. Под руководством профессора А.Д. Ледовского проводятся работы по созданию алгоритмического и программного обеспечения человеко-машинного управления в режиме реального времени сложными объектами, в том числе стационарными и подвижными оборонными комплексами. Сюда же примыкают и разработки программного обеспечения соответствующего тренажерно-имитационного оборудования как для обучения оператора, так и для решения ряда технологических задач. Коллектив разработчиков вышел на опытно-серийное производство.

Под руководством доцента Н.Г. Яковенко продолжается разработка алгоритмического и программного обеспечения бортовых вычислительных комплексов специального назначения.

В группе под руководством доцента Н.Т. Стешкович и с.н.с. Е.Д. Турчиной выполнены работы по созданию автоматизированных систем синтеза контролирующих тестов цифровых устройств САУ специального назначения.

В целом высокий научный потенциал коллектива научно-педагогических работников, научная значимость и практическая ценность результатов исследований, проводимых на кафедрах, были признаны на правительственном уровне. Приказом Министра обороны СССР от 25 декабря 1969 г. № 150 при ЛМИ была создана межкафедральная отраслевая научно-исследовательская лаборатория ОНИЛ 3-5-7, ориентированная на полунатурное моделирование движения автономных подвижных объектов и отработку их информационных координаторов, командных радиолиний, а также на оценку эффективности функционирования радиоэлектронных систем в сложной помеховой обстановке. Научными руководителями ОНИЛ 3-5-7 по направлениям являлись д.т.н., профессор Е.А. Куклев, д.т.н., профессор А.С. Шалыгин, к.т.н., профессор В.В. Смирнов и к.т.н., доцент В.П. Смолин.

Лаборатория ОНИЛ 3-5-7 стала общепризнанным центром решения сложных проблем отработки информационных координаторов автономных подвижных объектов в интересах Военно-морского флота и Военно-воздушных сил. Лаборатория обеспечила сокращение сроков отработки различных объектов вооружения, поскольку их реальное применение полностью моделировалось на испытательном стенде, что дало значительную экономию времени и средств, затрачиваемых на отработку перспективных образцов.

В заключение следует отметить, что важнейшим вкладом БГТУ в развитие информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге являются его выпускники, которые занимают достойное положение в организациях промышленности, научных учреждениях, высших учебных заведениях, органах управления. За период с 1949 по 2007 г. было подготовлено свыше 14000 высококвалифицированных инженеров, в том числе 250 кандидатов и 26 докторов технических наук.

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА В РАБОТАХ ЛЕНИНГРАДСКОГО ИНСТИТУТА ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ АН СССР (1974-1990 годы)

К началу 70-х г. еще не стало достаточно распространенным определением кибернетики как науки о процессах и системах управления, а информатики как науки об информационных процессах и системах. В то же время исследования и разработки в этих направлениях приняли широкий размах в стране, и стало очевидным определяющее значение ЭВМ и их математического обеспечения для дальнейшего развития науки, техники и управления. Наибольший эффект применение вычислительной техники обеспечивало в научных исследованиях, так как это позволяло ускорить поиск, накопление и обработку необходимой информации, что расширяло возможности исследования и моделирования все более сложных процессов. Использование автоматизированных и автоматических систем управления на основе ЭВМ повышало эффективность техники (особенно военной) и технических систем. Открывались новые пути управления процессами в экономике и народном хозяйстве.

Опыт использования вычислительной техники потребовал ее развития и совершенствования в таких направлениях как повышение быстродействия, увеличение объема машинной памяти, уменьшение стоимости устройств, упрощение технологии подготовки задач и взаимодействия человека с ЭВМ, формирование банков данных на машинных носителях, построение систем и сетей передачи данных. Для решения этих проблем необходимо было автоматизировать разработки в области электроники, телекоммуникации, систем обработки и преобразования информации, запоминающих устройств и аппаратуры для ввода и вывода информации. Успех таких разработок непосредственно зависел от решения фундаментальных проблем физики полупроводников, теории передачи, приема и обработки сигналов, теории алгоритмов, теории управления сложными системами, вычислительной математики, теории программирования и др. Необходимо сразу отметить, что эффективность исследований в этих областях (также как и эффективность научных исследований в других направлениях) существенно зависела от степени использования вычислительной техники как в теоретических, так и экспериментальных исследованиях. Все это привело к пониманию того, что научной основой автоматизации стали кибернетика и информатика.

В этих условиях отсутствие в Ленинграде, втором после Москвы научно-производственном центре страны, научного учреждения, ориентированного на разработку фундаментальных проблем информатики и кибернетики стало ощущаться как заметный недостаток. Наряду с этим требовалось своего решения и конкретная задача расширения применения ЭВМ и вычислительных методов в ленинградских учреждениях Академии наук СССР. В начале 70-х гг. этот большой научный комплекс, насчитывающий более 30 научных организаций, представляющих все отделения Академии наук СССР, испытывал постоянно возрастающий дефицит машинного времени для выполнения вычислительных работ, причем потребный объем вычислительных работ удва-

ивался каждые 2–2,5 года. Комплектация большинства имеющихся ЭВМ и используемое математическое обеспечение не позволяли решать сложные задачи и работать с большими информационными массивами. На имеющихся больших ЭВМ использовался пакетный режим обработки информации, характерный весьма непроизводительным расходом машинного времени ЭВМ и рабочего времени исследователей.

Отсутствие системы обучения и повышения квалификации научных сотрудников академических организаций в области вычислительных методов, программирования и методов использования ЭВМ привело к тому, что только 20% научных сотрудников могли самостоятельно пользоваться вычислительной техникой, причем 80% из них – специалисты в области физико-технических и математических наук.

Многие неакадемические научно-производственные организации разрозненно занимались разработкой и созданием систем управления и автоматизации различного назначения, поэтому специалистами этого профиля широко поддерживалась идея создания в городе научной организации, занимающейся теоретическими и методическими проблемами управления и автоматизации.

Достаточно длительное и всестороннее обсуждение сложившейся в Ленинграде ситуации привело к пониманию необходимости образования в городе Вычислительного центра и создания системы коллективного пользования вычислительной техникой для ленинградских научных учреждений АН СССР и проведения научных исследований по проблемам управления и автоматизации. С такой инициативой выступили Академик-секретарь Отделения механики и процессов управления АН СССР академик Б.Н. Петров и Уполномоченный Президиума АН СССР по городу Ленинграду, директор Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе академик В.М. Тучкевич. Президиум АН СССР своим постановлением № 87 от 17 января 1974 г. поручил академику В.М. Тучкевичу внести в Президиум АН СССР предложение о создании в городе Ленинграде такого Вычислительного центра.

На основании этого решения на первом этапе Ленинградский вычислительный центр АН СССР (ЛВЦ) был организован 7 октября 1974 г. на правах отдела Физико-технического института. Руководителем отдела был назначен доктор технических наук профессор В.М. Пономарев. Научно-методическое руководство отделом было поручено Отделению механики и процессов управления АН СССР.

К концу 1975 г. в ЛВЦ работали уже 32 сотрудника, объединенные в две группы в соответствии с основными направлениями работы ЛВЦ. Группой, занимавшейся информационно-вычислительными системами, руководил к.т.н. Ю.Б. Корнилов; группу, занимавшуюся системами автоматизации исследований и управления, возглавлял д.т.н. Ф.М. Кулаков.

Группа информационно-вычислительных систем за короткий срок выполнила большой объем работ по подготовке помещений для вычислительной техники, созданию систем электроснабжения и кондиционирования, развертыванию и настройке ЭВМ «БЭСМ-6», установке и отладке системного и прикладного математического обеспечения, формированию режима коллективного пользования.

В 1975 г. была введена в эксплуатацию первая ЭВМ «БЭСМ-6», в 1976 г. – вторая, а также ЭВМ «МИР-2» и «М-6000». Вычислительной техникой ЛВЦ к тому времени пользовались более 250 человек из 15 ленинградских академических институтов.

Уже в начальный период эксплуатации вычислительного комплекса ЛВЦ стало ясно, что этот комплекс, покрывая текущие потребности организаций-пользователей, не позволит в перспективе удовлетворить быстро растущие потребности в увеличении объема и повышении качества вычислительных работ.

Анализ отечественного и зарубежного рынка вычислительной техники показал, что наиболее перспективным следовало считать приобретение современной вычислительной системы высокой производительности, ориентированной на использование в

научных исследованиях и работу в системе коллективного пользования. На выпуск систем такого класса специализировалась фирма «Контрол Дейта Корпорейшн» (СиДиСи). После ряда встреч и переговоров контракт на поставку фирмой СиДиСи ЭВМ «САЙБЕР-172-6» был подписан в мае 1977 г.

Сотрудниками группы систем автоматизации исследований и управления необходимо было на основе мнений научных работников ленинградских учреждений АН СССР, НИИ и вузов определить наиболее актуальные направления совместной научно-исследовательской работы. В ходе проведенной работы были начаты исследования в области управления сложными комплексами (системы народно-хозяйственных объектов, робототехнические системы и др.), обработки больших массивов результатов экспериментов, методов решения особо сложных и трудоемких задач, искусственного интеллекта. Для разработки новых методов ускоренного внедрения результатов научных исследований в народное хозяйство и процесс подготовки специалистов Ленинградское научно-производственное объединение «Красная заря», Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ) и ЛВЦ организовали совместный Учебно-исследовательский центр (УИЦ). Был организован постоянно действующий семинар по автоматизации исследований и проектирования и базовая кафедра ЛЭТИ в ЛВЦ.

К новой ленинградской научной организации начали проявлять интерес зарубежные ученые. Первое Международное совещание по искусственному интеллекту было проведено в поселке Репино под Ленинградом в апреле 1977 г. под председательством заместителя Академика-секретаря Отделения механики и процессов управления члена-корреспондента АН СССР Г.С. Пospelова. В работе совещания приняли участие известные зарубежные ученые. Среди них были: Л. Заде (США), Э. Фредкин (США), М. Арбиб (США), Ж. Симон (Франция) и другие. На совещании обсуждались проблемы распознавания естественной речи, управления роботами, решения творческих задач и др. Большой интерес вызвал доклад Р.Х. Зарипова из Казани о разработанной им программе создания на ЭВМ музыкальных мелодий. В качестве примера докладчиком был продемонстрирован сочиненный им «Гимн искусственному интеллекту».

Объем работ по созданию в ЛВЦ вычислительного комплекса коллективного пользования непрерывно возрастал. Перевод ЭВМ «БЭСМ-6» на круглосуточный режим работы был необходим и потребовал увеличения численности персонала. Целесообразно было существенно расширить прикладное программное обеспечение в соответствии с потребностями специалистов различных научных направлений. Ленинградский Обком КПСС настаивал на расширении участия ЛВЦ в научно-методическом обеспечении управления экономическим и социальным развитием Ленинграда и области. Поэтому Президиум АН СССР своим постановлением № 38 от 20 января 1977 г. принял решение о целесообразности организации на базе ЛВЦ Ленинградского научно-исследовательского вычислительного центра АН СССР (ЛНИВЦ).

Совет Министров СССР своим Распоряжением № 2643р от 19 декабря 1977 г. постановил организовать в городе Ленинграде на базе отдела Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе АН СССР вычислительный центр АН СССР. Во исполнение этого распоряжения Президиум АН СССР своим постановлением № 194 от 19 января 1978 г. создал в составе Отделения механики и процессов управления АН Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр АН СССР. Вычислительный центр был создан на правах научно-исследовательского института. Директором центра был назначен доктор технических наук профессор Валентин Михайлович Пономарев.

Президиумом АН СССР были утверждены следующие основные направления научной деятельности центра:

– разработка и создание многоуровневого информационно-вычислительного комплекса коллективного пользования, включающего сеть ЭВМ, систему передачи

данных, банки данных, аппаратуру КАМАК, экспериментальное и технологическое оборудование;

– выполнение вычислительных работ для институтов АН СССР;

– разработка методов автоматизации научных исследований, проектирования и управления экспериментом на базе многоуровневого информационно-вычислительного комплекса коллективного пользования применительно к исследованиям в области физики, механики, процессов управления, химии, биологии, цитологии, геофизики, астрономии и технической кибернетики;

– разработка пакетов прикладных программ, операционных систем и методов автоматизации программирования применительно к научным исследованиям, проектированию и управлению;

– разработка принципов управления сложными комплексами (систем народно-хозяйственных объектов, робототехнических систем и др.);

– оказание помощи ленинградским институтам АН СССР в подготовке кадров в области автоматизации научных исследований.

На Отделение математики АН СССР было возложено научно-методическое руководство исследованиями центра, относящимися к компетенции этого Отделения. Центру была разрешена подготовка научных кадров через аспирантуру по специальностям 01.01.10 – «Математическое обеспечение вычислительных комплексов АСУ» и 05.13.01 – «Техническая кибернетика и теория информации».

Для нормального функционирования ЛНИВЦ как самостоятельной организации необходимо было сформировать структуру организации, соответствующую заданным основным направлениям и набрать специалистов, способных выполнить эту работу на высоком научном и профессиональном уровне. До конца 1979 г. была определена структура центра, в соответствии с которой в составе ЛНИВЦ были организованы лаборатории:

– системных исследований;

– информационных проблем;

– автоматизации исследований;

– планирования и информационного обеспечения;

– специализированных микропроцессорных устройств;

– робототехники;

– вычислительных комплексов;

– вычислительных сетей;

– математического обеспечения;

– систем передачи данных.

Несколько позже были созданы лаборатория вычислительных структур для разработки ЭВМ с динамической архитектурой и отдел проблем управления научными исследованиями для обеспечения работы Межведомственного координационного совета АН СССР в Ленинграде.

На ЛНИВЦ были возложены обязанности базовой организации Ленинградской секции Научного совета АН СССР по проблемам управления движением и навигации. Председателем этой секции был В.М. Пономарев. К концу 1980 г. в ЛНИВЦ работали уже более 240 сотрудников, в том числе 6 докторов и 28 кандидатов наук.

Эффективность использования вычислительной техники ЛНИВЦ научными сотрудниками ленинградских организаций АН СССР в значительной степени снижалась общепринятым тогда пакетным режимом обработки информации. В соответствии с этой технологией каждый пользователь представлял программу решения своей задачи в форме пакета перфокарт. Операторы ЛНИВЦ собирали из пакетов общую очередь, которая вводилась в ЭВМ. При обнаружении ошибки в программе пакет возвращали пользователям для внесения исправлений, после чего процесс повторялся. Так как ко-

личество ошибок зависело от опыта пользователя, а причиной возврата могли быть также сбои ЭВМ, то конфликты между пользователями и операторами ЛНИВЦ были достаточно частым явлением. Но самым нерациональным оказывалось то, что большие потери рабочего времени пользователей были связаны с их неизбежными частыми поездками из своей организации в ЛНИВЦ и обратно. Поэтому переход от пакетного режима к режиму телеобработки информации стал в тот период одной из основных задач ЛНИВЦ.

Решением проблем, связанных с созданием для ленинградских организаций АН СССР сети передачи данных, связывающей вычислительный комплекс ЛНИВЦ с удаленными терминалами, занимался коллектив под руководством Г.М. Лосева. К этому времени уже было ясно, что по ряду причин разработанная ранее программа создания Государственной сети вычислительных центров не может быть выполнена в намеченные сроки, поэтому необходимо было разработать новый подход к созданию вычислительных сетей, основанный на анализе потребностей и возможности его реализации.

В таких условиях первоочередной задачей стало создание системы теледоступа организаций-пользователей к вычислительному комплексу ЛНИВЦ. Задача осложнялась тем, что единственная из существующих сетей передачи информации – телефонная сеть с коммутируемыми каналами – плохо подходила для скоростной передачи данных в цифровом формате. Поэтому на первом этапе коллективу под руководством Г.М. Лосева пришлось проложить специальную кабельную сеть, обеспечивающую требуемое количество и качество каналов для подключения ряда академических организаций и обеспечения теледоступа к нашим ЭВМ через терминалы, установленные в этих организациях. При этом для части пользователей сам терминальный комплекс коллективного пользования был организован в наших помещениях. Режим теледоступа заметно упростил процесс отладки задач и повысил пропускную способность комплекса. К тому же прокладка кабеля, соединяющего ЛНИВЦ с городским телефонным узлом, открыла выход на междугородние и международные линии связи.

К концу 1980 г. ЛНИВЦ завершил работу по созданию первой очереди информационно-вычислительной сети для ленинградских учреждений АН СССР (ЛИВСАН). В неё входила сеть некоммутируемых телефонных каналов, охватывавшая 30 ленинградских учреждений АН СССР и других ведомств (ЛПЭО «Электросила», НПО «Ленинец», НПО «Красная заря», ведущие вузы и отраслевые НИИ), а также иногородние академические организации (города Таллин, Москва, Петрозаводск). Входящий в состав ЛИВСАН комплекс терминалов, размещенных в организациях-пользователях, обеспечивал использование вычислительных ресурсов ЛНИВЦ в режиме теледоступа.

В 1978 г. была испытана и введена в эксплуатацию линия передачи данных Ленинград–Будапешт, связывающая ЛНИВЦ и Исследовательский институт вычислительной техники и автоматизации Венгерской Академии наук (ИИВТА).

Комиссия по вычислительным центрам коллективного пользования и сетям ЭВМ Координационного комитета АН СССР по вычислительной технике в 1979 г. предложила разработать программу создания вычислительной сети академий наук СССР и союзных республик (АКАДЕМСЕТЬ) для коллективного использования исследователями и разработчиками вычислительных ресурсов научных центров страны. При этом АКАДЕМСЕТЬ рассматривалась как совокупность связанных в общую сеть Региональных вычислительных комплексов. В то же время для ЛИВСАН предусматривался особый статус Экспериментальной зоны АКАДЕМСЕТИ для отработки вопросов построения региональных сетей. Первая очередь АКАДЕМСЕТИ должна была включать узлы в Москве, Риге, Киеве, Ленинграде, Свердловске, Новосибирске и Ташкенте. В состав Совета руководителей АКАДЕМСЕТИ от Ленинграда был включен В.М. Пономарев. В соответствии с программой разработки АКАДЕМСЕТИ ее ле-

нинградская часть получила название «Региональная вычислительная подсеть (РВПС) «СЕВЕРО-ЗАПАД». Ее главным конструктором был назначен А.Н. Домарацкий.

Несмотря на практическое отсутствие дополнительных целевых ресурсов, работа по дальнейшему расширению и совершенствованию ЛИВСАН успешно продолжалась. К концу 1985 г. сеть охватывала уже 44 организации. Одновременно с вводом в эксплуатацию новых линий выполнялись исследования возможностей каналов передачи данных с высокой пропускной способностью. В марте 1984 г. была введена в опытную эксплуатацию волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) для передачи данных со скоростью 10 Мбит/сек между программно-управляемым устройством ввода-вывода изображений «ФОРМАТ-110», расположенным в ЛАЭМ ПГО «Аэрогеология», и вычислительным комплексом ЛНИВЦ. Как показал опыт эксплуатации ВОЛС, использование этой линии для телеобработки изображений существенно сокращало время обработки аэрофотоснимков, повышало качество обработки и уменьшало затраты. Использование мощного вычислительного комплекса также открывало возможность применения при обработке фотоснимков новейших методов распознавания образов.

В 1985 г. была введена в эксплуатацию первая очередь РВПС «СЕВЕРО-ЗАПАД». К этому времени общее количество терминалов в сети возросло до 95, причем 62 из них были размещены в организациях-пользователях.

В Отделе информационно-вычислительных систем и сетей под руководством Д.И. Волгина выполнялись работы по дальнейшему развитию аппаратных средств вычислительного комплекса. Для повышения надежности работы в сетевом режиме обе ЭВМ «БЭСМ-6» были объединены в двухмашинный вычислительный комплекс. В 1983 г. в состав вычислительного комплекса была включена еще одна ЭВМ «ЕС-1052», что сделало наш комплекс самым мощным в стране информационно-вычислительным комплексом коллективного пользования.

К 1980 г. наши системные программисты во главе с В.И. Воробьевым и В.Н. Коноплевым наладили систему обучения пользователей работе на ЭВМ «БЭСМ-6» и системе «САЙБЕР 172-6», организовали выпуск методической литературы и инструкций по математическому обеспечению, системам программирования, пакетам прикладных программ и работе на терминальных устройствах ЛИВСАН. Разработанные ими диалоговые системы и пакеты прикладных программ создали условия для существенного повышения эффективности использования вычислительной техники в научных исследованиях, сокращения в 3–5 раз времени подготовки и отладки программного обеспечения научно-исследовательских задач и в целом сокращения цикла выполнения научных исследований и проектирования.

В те годы под редакцией В.М. Пономарева была подготовлена серия специализированных тематических изданий, вышедших в свет издательстве «Наука»: «Автоматизация исследований и проектирования» (1978); «Алгоритмические модели в автоматизации исследований»; «Алгоритмы и системы автоматизации исследований и проектирования» (1980); «Системы и методы автоматизации научных исследований» (1981); «Вычислительные системы и методы автоматизации исследований и управления» (1982); «Проблемы интегральной автоматизации производства» (1988).

Вычислительные и программные ресурсы ЛНИВЦ становились все более и более востребованными. В 1985 г. вычислительными и программными ресурсами ЛНИВЦ пользовались уже около 2000 специалистов из 82 организаций-пользователей. Заметно возрастала эффективность комплекса. Так, например, если в 1978 г. средняя продолжительность решения задач на ЭВМ «БЭСМ-6» с учетом времени на подготовку и отладку составляла 30 минут, то уже в 1982 г. она сократилась до 5 минут. Так ЛНИВЦ стал городским информационно-вычислительным центром коллективного пользования, специализированным на решении сложных научно-исследовательских и проектных задач. В список организаций-пользователей вошли не только

академические организации, но и ведущие вузы города (Ленинградский государственный университет, Ленинградский политехнический институт, Ленинградский электротехнический институт, Ленинградский механический институт, Лесотехническая академия, Ленинградский технологический институт, Ленинградский гидрометеорологический институт, Ленинградский кораблестроительный институт и др.); отраслевые научно-производственные и научно-исследовательские организации (НПО «Пластполимер», Главная геофизическая обсерватория, Ленинградское оптико-механическое объединение, ВНИИ «Электромашиностроение», НТО «Центральный котлотурбинный институт», НИИ электрофизической аппаратуры, НПО «Буревестник», НПО Ижорский завод, Государственный институт прикладной химии, НПО «Красная заря», Государственный оптический институт, НПО «Ленинец» и др.). Экономическая эффективность ЛИВСАН (эффективность в рублях на рубль затрат) уже в 1982 г. превысила 4,0. По этому показателю деятельности ЛИВСАН значительно превышал среднюю экономическую эффективность деятельности научных исследований, составлявшую в то время около 2,5.

В эти годы появилась возможность организовать разработку основных задач общей проблемы автоматизации исследований. В общем случае научное исследование включает этапы общего изучения информации по теме исследования, создание модели исследуемого процесса или явления, проведение физического или вычислительного эксперимента, обработку результатов эксперимента, формирование выводов и принятие решения о завершении или продолжении исследования.

На этапе сбора и обработки информации вычислительная техника нужна была для обеспечения выхода на информационно-поисковые системы и банки данных. Эта задача решалась в ходе реализации программы АКАДЕМСЕТИ и создания совместно с другими организациями информационно-поисковых систем и банков данных.

Задача моделирования традиционно решалась путем создания математической модели рассматриваемого процесса или явления с последующим решением возникающих при этом математических задач известными или специально разрабатываемыми методами. Такой подход трудно было использовать при исследовании очень сложных процессов или при решении задач, которые принято называть плохо формализуемыми. Большинство задач, имеющих большое прикладное значение, относятся именно к этим двум категориям. Но и в случае задач, поддающихся математическому описанию, переход к программам для ЭВМ не является формальной операцией. Сложилась практика, когда для моделирования нужны три специалиста. Специалист в предметной области на профессиональном языке однозначно описывает подлежащие моделированию процесс или явление. Специалист по прикладной математике, используя язык математики, разрабатывает математическую модель. И, наконец, специалист по программированию, используя языки программирования, разрабатывает комплекс программ для решения задачи на ЭВМ.

В ЛНИВЦ В.М. Пономаревым и В.В. Александровым было разработано понятие алгоритмической модели. (В 1978 г. издательство «Наука» выпустило книгу «Автоматизация исследований и проектирования» под редакцией В.М. Пономарева.) Используя это понятие, специалист-предметник должен был довести описание объекта моделирования до комплекса алгоритмов, позволяющих получить результат моделирования. Коллективом под руководством В.В. Иванищева был разработан графический язык, позволяющий изобразить такой алгоритм в виде алгоритмической сети. Разработанная этим же коллективом программная система, заложенная в ЭВМ, представляла возможность специалисту-предметнику осуществлять на ЭВМ моделирование в диалоговом режиме. В 1982 г. была завершена разработка первого варианта программной системы автоматизации представления проблемной области, формирования алгоритмов программ и решений «САПФИР». Эта система широко использовалась

при построении моделей экологических систем, транспортных систем и региональных моделей экономического и социального развития. Укрупненная региональная модель прошла успешную проверку на примере Ленинградской и Московской областей, Армянской ССР и Карельской АССР. Эти вопросы нашли отражение в целом ряде публикаций: Александров В.В., Шеповальников А.Н., Шнейдеров В.С. «Машинная графика электроэнцефалографических данных» (Л.: Наука, 1979); Кулаков Ф.М. «Супервизорное управление манипуляционными роботами» (М.: Наука, 1980); «Информационно-вычислительные проблемы автоматизации научных исследований» / Под ред. В.М. Пономарева (М.: Наука, 1983); «Методы и системы автоматизации в задачах науки и производства» / Под ред. В.М. Пономарева (М.: Наука, 1986); Иванищев В.В., Михайлов В.В., Флегонтов А.В. и др. «Имитационное моделирование природной системы «ОЗЕРО-ВОДОСБОР» (Л.: ЛИИАН, 1987); «Базовые принципы создания метода практической реализации экологической безопасности» / Под ред. В.К. Донченко (Л.: ЛИИАН, 1989).

Необходимым этапом научного исследования является обработка данных. Это широкое понятие включает обработку исходных данных, обработку результатов наблюдений или эксперимента (как физического, так и вычислительного), выделение требуемой информации, классификацию, распознавание образов, принятие решений и др. При этом обрабатываемая информация может включать не только количественные, но и качественные характеристики. Разработку этой проблемы выполнял коллектив под руководством В.В. Александрова.

В качестве первого этапа была предпринята работа по упорядочению математического обеспечения для статистической обработки данных. Необходимость такой работы была вызвана тем, что пользователи, как правило, либо разрабатывали для этого собственные программы, либо использовали пакеты, выбранные достаточно произвольным образом. Был разработан пакет прикладных программ, ориентированный на применение в научных исследованиях в академических учреждениях, который был рекомендован для использования в ЛИВСАН. Этим вопросам посвящена монография Александрова В.В., Алексеева А.И. и Горского Н.Д. «Анализ данных на ЭВМ (на примере системы СИТО)», вышедшая в свет в 1990 г. (Москва, «Финансы и статистика»).

Важным результатом стало создание большой программной системы для обработки разнотипных данных, в основу которой был положен разработанный В.В. Александровым структурный подход к обработке данных эксперимента. В рамках этого структурного подхода необходимо было решить задачу отображения многомерного пространства признаков на пространство меньшей размерности или на одномерное пространство, в частности, на числовую ось. Разработанный для этой цели рекурсивный метод отображений, основанный на использовании кривых, заполняющих пространство (ЗПК), был оценен специалистами как важный фундаментальный результат, имеющий весьма широкую область применения. Разработанная программная система позволяла выявлять взаимозависимость признаков и, кроме статистического анализа, решать задачи автоматической классификации и распознавания образов и прогнозирования. Как показали дальнейшие исследования, одним из самых перспективных направлений использования рекурсивных отображений является организация ассоциативного хранения и поиска информации в памяти ЭВМ. Этот подход был использован при разработке диалоговой системы медицинской диагностики, а также в процессе создания совместно с сотрудниками Русского музея музейных баз данных. Использовался он и при создании диалоговых информационно-поисковых систем различного назначения. Материал об этих работах можно найти в следующих публикациях: Александров В.В., Булкин Г.А., Поляков А.О. «Автоматизированная обработка информации на языке предикатов» (М.: Наука, 1982); Александров В.В., Арсентьева А.В. «Информация и развивающиеся структуры» (Л.: ЛНИВЦ, 1984); «Проблемно-ориенти-

рованные информационные системы» / Под ред. В.В. Александрова и Ю.С. Вишнякова (Л.: ЛИИАН, 1984); Александров В.В., Горский Н.Д. «Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход» (Л.: Наука, 1985); Пономарев В.М., Герст В.С., Домарацкий А.Н. и др. «Интегрированные производственные комплексы. Концепция. Методические материалы» (Л.: ЛИИАН, 1986).

Использование последовательности самоподобных структур на основе ЗПК позволило построить эффективные системы для обработки и распознавания изображений.

Для научных учреждений, выполняющих большой объем теоретических и экспериментальных исследований, в составе ЛИВСАН необходимо было размещать не просто терминалы, а достаточно сложные терминальные комплексы на основе мини-ЭВМ. Такой комплекс должен был не только брать на себя выполнение простых вычислительных работ и связь с вычислительным комплексом ЛНИВЦ, но и обеспечивать управление экспериментами. Разработка такого типового комплекса осуществлялась под руководством А.Н. Домарацкого. Созданный терминальный комплекс имел гибкую структуру и представлял совокупность аппаратных и программных средств, построенных по модульному принципу. Аппаратные средства включали блоки КАМАК для связи с периферийными устройствами и экспериментальной аппаратурой, микро-ЭВМ для управления передачей данных и межмодульным обменом и мини-ЭВМ в качестве коммуникационной ЭВМ. Такой терминальный комплекс мог работать как в режиме обмена информацией с центральным вычислительным комплексом ЛНИВЦ, так и автономно. На основе типового терминального комплекса к 1985 г. в четырех ленинградских академических институтах (Институт физиологии имени И.П. Павлова, Институт эволюционной физиологии и биохимии имени И.М. Сеченова, Институт химии силикатов имени И.В. Гребенщикова и Институт высокомолекулярных соединений) были созданы автоматизированные системы научных исследований (АСНИ), включающие системы управления экспериментом.

В составе РВСКП под руководством Г.М. Лосева был создан приемно-передающий центр спутниковой информации. Совместно с Институтом экспериментальной медицины Академии медицинских наук была организована лаборатория моделирования механизмов деятельности мозга во главе с С.В. Медведевым. Под его руководством была создана система автоматизации исследования биоэлектрической активности мозга. В связи с этим следует упомянуть две вышедшие в свет монографии: Бехтерева Н.П., Гоголицын Ю.Л., Кропотов Ю.А., Медведев С.В. «Нейрофизиологические механизмы мышления. Отражение мыслительной деятельности в импульсивной активности нейронов» (Л.: Наука, 1985) и «Проблемы автоматизации научных и производственных процессов» / Под ред. В.М. Пономарева (М.: Наука, 1985). В дальнейшем лаборатория стала базой для создания Института мозга АН СССР, который возглавил С.В. Медведев.

При создании АСНИ возникла проблема общения с управляющей ЭВМ в процессе проведения эксперимента. Для облегчения работы экспериментатора наиболее естественным было бы научить ЭВМ понимать профессиональный язык экспериментатора, используемый им для выдачи словесных управляющих команд. Для этого в АСНИ необходимо было включить систему распознавания речи. Принципы построения такой системы и ее первый образец были разработаны под руководством Ю.А. Косарева. Эти вопросы представлены в следующих публикациях: Косарев Ю.А. «Естественные формы диалога с ЭВМ» (Л.: Машиностроение, 1989) и «Проблемы обработки информации и интегральной автоматизации производства» / Под ред. В.М. Пономарева (Л.: ЛИИАН, 1990).

Оригинальные принципы построения систем приема и обработки оптической информации были разработаны под руководством О.И. Смоктя. Эти работы нашли отражение в следующих монографиях: Кондратьев К.Я., Смоктий О.И., Козодеров В.В.

«Влияние атмосферы на исследование природных ресурсов из космоса» (М.: Машиностроение, 1985); Смоктий О.И. «Моделирование полей излучения в задачах космической спектродиффузиометрии»; Смоктий О.И., Фабриков В.А. «Методы теории систем и преобразований в оптике» (Л.: Наука, 1985; 1989).

Для автоматизации теоретических исследований совместно с сотрудниками других институтов разрабатывались программные системы для решения особо сложных задач. Совместно с сотрудниками ФТИ Л.В. Чернышева разработала автоматизированную систему АТОМ для моделирования структуры атомов. Система АТОМ позволяла решать на ЭВМ широкий класс задач атомной физики, связанных со структурой атомов и их взаимодействием с внешними полями.

В 70-х гг. наметилось прогрессирующее отставание отечественной вычислительной техники, особенно по таким важным показателям как быстродействие и надежность ЭВМ. При сравнимой численности работников, занятых производством и эксплуатацией ЭВМ в 1982 г. СССР отставал по сравнению с США по суммарной производительности парка универсальных ЭВМ в 150 раз, по максимальному быстродействию ЭВМ – в 30 раз, по надежности ЭВМ – в 30 раз. Причины такого отставания были связаны как с медленным развитием отечественной элементной базы, так и с механическим воспроизведением одной и той же (с несущественными изменениями) архитектуры ЭВМ с уже закрепившимся названием «традиционная». Попытки воспроизвести на отечественной почве новые модели американских ЭВМ могли только увеличить отставание.

Одним из возможных выходов из этого положения был переход к созданию вычислительных систем с перестраиваемой структурой, реализующих распределенные вычисления. Для разработки такой системы в ЛНИВЦ в 1980 г. была организована лаборатория вычислительных структур под руководством В.А. Торгашева. Разрабатываемой этой лабораторией вычислительной системе было дано название ЭВМ с динамической архитектурой (МДА).

Основная идея МДА заключалась в том, что в ней вычислительная среда воспроизводит динамическую автоматную сеть, а вычислительный процесс реализуется в виде последовательности преобразований структуры сети. В качестве языка программирования используется специально созданный для такой системы язык высокого уровня РЯД. Динамическая сеть МДА состоит из операционных автоматов, образующих операционную сеть, и коммутационных автоматов, осуществляющих динамическое изменение структуры сети. Таким образом, архитектура МДА изменяется в ходе реализации вычислительного процесса, а сами изменения автоматического формируются на каждом шаге этого процесса. Это означает, что операции, подлежащие выполнению в ходе вычислительного процесса, распределяются по всем ресурсам ЭВМ по мере их освобождения, что принципиально невозможно в ЭВМ с традиционной архитектурой. Этим достигается значительное повышение быстродействия и надежности МДА по сравнению с обычной ЭВМ, выполненной на той же элементной базе. В наших условиях это означало, что можно построить на отечественной элементной базе МДА, имеющую такое же быстродействие что и американская ЭВМ, построенная на элементах с более высоким уровнем интеграции, причем надежность МДА будет значительно выше.

В 1984 г. были проведены испытания макетного образца МДА, созданного совместно ЛНИВЦ и Научно-исследовательским центром электронно-вычислительной техники (НИЦЭВТ) Министерства радиопромышленности СССР (МРП). Результаты испытаний показали необходимость продолжения разработки, признанной перспективной этим министерством. В 1984 г. было принято совместное решение АН СССР и МРП о проведении в 1984-1987 гг. совместной работы ЛНИВЦ и НИЦЭВТ по созданию опытного образца проблемно-ориентированного процессора с динамической архитектурой.

Актуальность работ ЛНИИАН в области информатики и кибернетики и его активное участие в ряде внутрисююзных и международных научных мероприятий, большое научное и прикладное значение результатов выполняемых ведущими специалистами ЛНИИАН разработок обеспечили им известность в широких кругах специалистов, тем более что в конце 70-х гг. стала очевидной необходимостью коренного изменения складывающейся в СССР ситуации с развитием вычислительной техники и эффективностью ее использования в народном хозяйстве. Важным этапом на этом пути должно было стать создание в конце 1978 г. Координационного комитета АН СССР по вычислительной технике (ККВТ) под председательством академика Г.И. Марчука, занимавшего в то время должность Председателя Государственного Комитета СССР по науке и технике (ГКНТ).

По замыслу Координационный комитет по вычислительной технике создавался для координации исследований в области архитектуры вычислительных систем и комплексов, системного математического обеспечения, организации банков данных и информационно-поисковых систем, сетей ЭВМ и центров коллективного пользования, новой элементной базы, требований к ЭВМ, математическому обеспечению и периферийному оборудованию. В состав ККВТ, кроме ученых Академии наук и союзных республик, должны были войти представители Госплана, Военно-промышленной комиссии, Министерства электронной промышленности, Министерства радиопромышленности, Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления, Министерства высшего и среднего специального образования. В проблемные комиссии ККВТ были включены практически все ведущие ученые страны, известные своими работами в соответствующих областях. От ЛНИИАН в состав пяти проблемных комиссии ККВТ (из девяти) были включены В.М. Пономарев, А.Н. Домарацкий и В.В. Александров.

Создание ККВТ, как показала практика, было очень удачным и своевременным мероприятием, позволившим начать ликвидацию разобщенности специалистов, параллелизма разработок и отсутствия работ в некоторых принципиально важных направлениях. Авторитет ККВТ определился тем, что в его состав вошли практически все министры и руководители ведомств, отвечающие за состояние проблемы. Одним из результатов работы ККВТ была организация в 1984 г. в составе АН СССР Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации, в которое вместе с рядом академических институтов был переведен ЛНИИАН.

Для ученых ЛНИИАН работа в проблемных комиссиях ККВТ имела большое значение. Она позволила более полно оценить значимость и перспективность нашей работы и подтвердила правильность выбранных нами основных направлений деятельности, способствующих решению общей задачи повышения эффективности использования вычислительной техники в науке и в народном хозяйстве.

Такая установка нашла полную поддержку у нового Уполномоченного Президиума АН СССР по Ленинграду академика И.А. Глебова. Одним из первых его действий на новом посту была подготовка решения Президиума АН СССР об организации Междуведомственного координационного совета АН СССР в Ленинграде (МКС). В состав МКС вошли специализированные советы по основным научным направлениям ленинградского научно-производственного комплекса, возглавляемые известными ленинградскими учеными. Постановлением Президиума АН СССР от 24.05.1979 г. № 539 на МКС была возложена задача координации фундаментальных и прикладных исследований в Северо-Западном регионе. Председателем МКС был назначен академик И.А. Глебов. На ЛНИИАН было возложено обеспечение работы МКС и его специализированных советов. Аппарат МКС вошел в штатный состав организованного в 1979 г. Отдела проблем управления научными исследованиями во главе с Н.Ф. Федоровым. Информационная поддержка МКС осуществлялась Лабораторией планирования и информационного обеспечения, возглавляемая В.Ф. Бизяновым.

В 1980 г. Ленгорисполком своим решением утвердил ЛНИВЦ головной организацией по методологии и методике разработки программного обеспечения и машинного моделирования для управления комплексным экономическим и социальным развитием Ленинградского народно-хозяйственного комплекса. В порядке выполнения этого решения ЛНИВЦ совместно с МКС должен был разработать региональную целевую комплексную программу (РЦКП) «Наука», обеспечивающую совершенствование планирования и управления отраслью «Наука и научное обслуживание» и использование ее достижений в народном хозяйстве Ленинграда и Ленинградской области. Кроме того, необходимо было формировать региональную программу научно-технического прогресса.

В 1980 г. была разработана РЦКП «Совершенствование планирования и управления отраслью «Наука и научное обслуживание» и использование ее достижений в народном хозяйстве Ленинграда и Ленинградской области. (Основные задания на 1982–1985 гг. и на период до 1990 г.). Программа предусматривала создание автоматизированной системы информационного обеспечения планирования и управления отраслью «Наука и научное обслуживание», а также процессами формирования и реализации программ научных исследований. Такая система была разработана в ЛНИВЦ под руководством В.Н. Ханенко и использована при формировании региональной программы научно-технического прогресса и других региональных программ. Эта система описана в работе В.М. Пономарева и В.Н. Ханенко «Диалоговая система координации исследований и разработок» (Л.: Наука, 1985).

Большое значение для Ленинграда в этот период приобрело решение вопроса о строительстве комплекса сооружений для защиты города от наводнений (в просторечии «ДАМБЫ»). Проект строительства защитных сооружений встретил много критических замечаний, связанных, в частности, с прогнозом влияния дамбы на загрязнение акватории Невской губы и Финского залива. Так как ответить на этот вопрос можно было только на основе количественных исследований, в ЛНИВЦ в инициативном порядке В.И. Воробьевым и С.В. Афанасьевым были разработаны машинные модели, позволившие исследовать влияние дамбы на акваторию. Как показывало моделирование, появление дамбы должно привести к появлению больших застойных зон вдоль северного и южного берегов Финского залива, а количество выпадающих на дно осадков должно возрасти на 15–20%. Для уменьшения влияния дамбы на ухудшение экологической обстановки в Ленинграде необходимо было существенно улучшить очистку промышленных и бытовых стоков, построив новые очистные сооружения. Хотя это обстоятельство формально было признано, финансирование было открыто только под строительство «Дамбы». Последствия этого, к сожалению, подтвердили выводы, полученные на основе моделирования.

Анализ послевоенных пятилетних планов показал, что в СССР постоянно снижаются темпы роста объема промышленного производства. Разработанные в ЛНИВЦ региональные модели экономического и социального развития показали, что причиной этого является непрерывное уменьшение эффективности капиталовложений. Если в 50-х гг. на 1 рубль дополнительных капиталовложений увеличение объема производства превышало 4 рубля, то к 80-м гг. эта величина стала меньше одного рубля. Анализ ситуации в Ленинградском регионе показал, что здесь увеличение объема производства достигается, в основном, за счет увеличения числа работающих, а не за счет повышения производительности труда. По поручению Ленинградского обкома КПСС в ЛНИВЦ было проведено исследование возможностей повышения производительности труда в ленинградской промышленности.

Как показал мировой опыт, попытка существенно увеличить производительность труда на производстве за счет использования автоматического технологического оборудования не дала ожидаемого результата. Выяснилось, что такое оборудо-

вание дает эффект только в условиях крупносерийного и массового производства. Наибольшее повышение производительности труда обеспечивали изобретенные в СССР А.Н. Кошкиным роторно-конвейерные линии. Но область их эффективного применения относилась также только к массовому производству. Оба эти пути не подходили для Ленинградского региона, где преобладало мелкосерийное производство, для которого основным путем повышения производительности труда могло быть широкое внедрение новых прогрессивных технологий и создание гибких автоматизированных производств (ГАП). Но первый путь требовал не только создания новых технологий, но и производственного выпуска нового технологического оборудования. Такая задача не могла быть быстро решена в условиях одного региона.

Что касается второго пути, то в основе ГАП, опыт создания которого уже появился в Японии и США, заложен метод групповых технологий, разработанный С.П. Митрофановым в Ленинграде для условий мало- и среднесерийного производства. По ряду причин эффективное применение этого метода стало возможным после появления ЭВМ, пригодных для управления технологическим оборудованием и расчета управляющих программ.

Накопленный в ЛНИВЦ опыт создания и эксплуатации АСНИ и ЛИВСАН позволил ставить более широкую задачу комплексной автоматизации путем создания интегрированных производственных комплексов (ИПК), в которых автоматизируется весь процесс от разработки новой продукции до ее выпуска, а вся цепочка автоматизированных систем объединена в общую информационно-вычислительную сеть. Если до этого использование вычислительной техники на производстве ограничивалось главным образом созданием автоматизированных систем управления (АСУ) предприятием, что мало сказывалось на производительности труда, то переход к ИПК означал широкое внедрение вычислительной техники непосредственно в производственные процессы. Как показали первые исследования, выполненные в ЛНИВЦ, реализация такого подхода должна была повысить производительность труда в 2,5–4 раза, увеличить выпуск продукции примерно в 2 раза, сократить производственные площади, необходимые для выпуска продукции, на 30–50%, а длительность производственного цикла сократить на 20–60%. В ЛНИВЦ была создана научно-методическая группа, которая разработала соответствующие методические документы. На их основе был подготовлен проект Государственной территориально-отраслевой программы развития народного хозяйства Ленинграда и Ленинградской области на основе автоматизации и широкого использования вычислительной техники на 1984–1985 и до 1990 г. (программа «Интенсификация-90»).

Программа «Интенсификация-90» принципиально отличалась от других государственных и отраслевых программ. Чтобы достичь максимального эффекта в данном регионе, использовать возможности многоотраслевой кооперации и обмена разработками и технологиями, исключить параллелизм разработок, ускорить и расширить внедрение результатов исследований, программа была построена по территориально-отраслевому принципу. Разработанная в регионе программа являлась государственной, и ее задания в обязательном порядке включались в годовые и пятилетние планы предприятий и организаций. Впервые в практике планирования контрольные показатели должны были вытекать из мероприятий, которыми эти показатели обеспечивались. Это не допускало мнимого роста производительности труда за счет исключения из плана трудоемкой продукции или повышения стоимости выпускаемой продукции. Программа охватывала весь научно-производственный комплекс региона и состояла из разделов «Фундаментальные и прикладные исследования», «Промышленность», «Транспорт», «Связь», «Строительство», «Городское хозяйство», «Агропромышленный комплекс», «Подготовка кадров». Позже в программу вошел еще раздел «Международное сотрудничество». Впервые в практике планирования программа «Интенсификация-90»

была утверждена совместным Постановлением Госплана СССР, ГКНТ и Президиума АН СССР в 1984 г. Руководителем программы был назначен Первый секретарь Ленинградского Обкома КПСС Л.Н. Зайков, научным руководителем академик И.А. Глебов. На ЛНИВЦ были возложены научно-методическое обеспечение и информационное сопровождение программы. Кроме того, ЛНИВЦ был определен головной организацией по первому разделу программы.

Теоретические и методические основы комплексной автоматизации промышленного производства, соответствующие информационные и методические материалы разрабатывались в ЛНИВЦ, начиная с 1982 г. На основе этих разработок с участием специалистов ЛНИВЦ в 1983 г. в ПО «Завод имени М.И. Калинина» было создано и введено в эксплуатацию ГАП механообработки.

Ход реализации программы «Интенсификация-90» показал, что найден способ преодоления недостатков сложившейся системы централизованного планирования и остановки благодаря этому падения эффективности капиталовложений. В результате реализации программы по сравнению с предыдущей пятилеткой среднегодовые темпы роста производительности труда в промышленности увеличились в 1,5 раза. Коэффициент сменности в основном производстве возрос почти на 30%.

Активная научная деятельность ученых ЛНИВЦ в ряде важных и перспективных направлений способствовала привлечению сотрудников ЛНИВЦ к участию в работе таких организаций АН СССР как ККВТ, Совет по автоматизации научных исследований, Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», Комиссия по системному анализу, Научный совет по проблемам управления движением и навигации, Научный совет по искусственному интеллекту. Появилась и возможность участия в работе международных организаций, таких как Международная федерация по автоматическому управлению (ИФАК) и Международная федерация по обработке информации (ИФИП), Международный институт прикладного системного анализа и др. При их содействии ЛНИВЦ подготовил и провел ряд международных научных мероприятий.

После успешного проведения в 1977 г. Первого международного совещания по искусственному интеллекту учеными из разных стран было предложено регулярно проводить встречи, посвященные этой тематике и, в более широком плане, проблемам автоматизации на основе вычислительной техники; тем более, что Ленинград, по общему мнению, отлично подходил как место для проведения подобных встреч.

В октябре 1980 г. в поселке Репино под Ленинградом было проведено Второе международное совещание по искусственному интеллекту. В работе совещания приняли участие 64 ученых из 13 стран (США, Франция, Италия, Англия, Бельгия, Финляндия, Индия, ГДР, ЧССР, ВНР, ПНР, СФРЮ и СССР). Участниками было сделано и заслушано 65 докладов. Основным интерес представляли доклады по проблемам общения с ЭВМ на естественном языке, распознавания образов, принятия решений и управления роботами. На этом совещании с рядом докладов выступили сотрудники ЛНИВЦ.

В соответствии с планами работы международных организаций в мае 1982 г. впервые в нашей стране в Ленинграде была проведена Пятая Международная конференция ИФИП/ИФАК по программируемым системам для автоматизации проектирования и технологических процессов в производстве («ПРОЛАМАТ-82»). Тематика конференции способствовала участию в ней более 400 специалистов из 15 стран (США, Швеция, Франция, Финляндия, Италия, Англия, Япония, ВНР, ГДР, НРБ, ЧССР, СССР и др.). Было сделано 62 доклада по направлениям: «Геометрическое моделирование», «Автоматизированный процесс планирования», «Разработка и применение интегрированных систем проектирования и производства», «Искусственный интеллект в проектировании и производстве», «Прикладные проблемы».

В связи с возросшим интересом к применению в промышленности разработок в области искусственного интеллекта в октябре 1983 г. в Ленинграде был проведен

Первый международный симпозиум ИФАК по искусственному интеллекту (промышленное применение). В работе симпозиума приняли участие около 150 специалистов из 13 стран (Франция, Италия, ФРГ, Швеция, Португалия, Англия, ВНР, ГДР, ПНР, ЧССР, НРБ, СФРЮ и СССР). На симпозиуме было сделано 85 докладов по направлениям: «Представление знаний и промышленные экспертные системы», «Роботы и гибкие автоматические производства», «Системы принятия решений в автоматизированном планировании, проектировании и управлении», «Прикладные системы искусственного интеллекта».

Реализация программы «Интенсификация-90» требовала проведения большого объема фундаментальных исследований в ряде ленинградских научно-исследовательских организаций. Кроме того, в ЛНИВЦ нужно было организовывать сопровождение программы и участвовать в управлении ее реализацией. Все это потребовало корректировки научных направлений ЛНИВЦ и название института перестало отражать основное содержание его деятельности. Президиум АН СССР своим Постановлением от 23 мая 1985 г. переименовал ЛНИВЦ в Ленинградский институт информатики и автоматизации АН СССР и утвердил следующие основные направления его деятельности:

- разработка и создание многоуровневых информационно-вычислительных комплексов, включающих сети ЭВМ, системы передачи данных, банки данных, персональные ЭВМ, автоматизированные рабочие места, экспериментальное и технологическое оборудование;

- разработка методов автоматизации научных исследований, проектирования и управления;

- разработка программного обеспечения, методов и систем автоматизации программирования применительно к научным исследованиям, проектированию и управлению;

- разработка теории управления сложными системами (экономическими, техническими, биологическими и др.);

- разработка, испытание и внедрение информационного, программного и аппаратного обеспечения автоматизированных интегрированных производственных комплексов;

- создание, накопление и хранение баз данных автоматизированных интегрированных производственных комплексов;

- выполнение вычислительных работ для институтов АН СССР;

- оказание методической помощи институтам Ленинградского научного центра АН СССР по вопросам автоматизации научных исследований.

По поручению Совета Министров СССР для исследования и разработки автоматизированных функциональных блоков технических систем экологической безопасности по обеззараживанию и обезвреживанию сточных вод, а также для разработки вопросов утилизации и переработки осадков городских очистных сооружений Президиум АН СССР своим постановлением (от 13.10.1987 г. № 940) организовал в ЛИИАИ Отдел технических систем экологической безопасности – Научно-исследовательский центр экологической безопасности (НИЦЭБ). Руководителем НИЦЭБ был назначен В.К. Донченко.

В мае 1989 г. на должность заместителя директора по научной работе был назначен доктор технических наук Р.М. Юсупов, который возглавил проведение исследований в интересах ОПК.

С ростом объема работ возрастала численность ЛИИАИ. Если в 1985 г. она составляла 415 человек, то к началу 1990 г. плановая численность возросла до 590 человек. К этому времени в структуру ЛИИАИ входили 30 лабораторий (из них 10 – в составе НИЦЭБ), в которых работали 232 научных сотрудника, в том числе 19 докторов и 92 кандидата наук. Продолжалась работа по дальнейшему развитию

информационно-вычислительной сети. В соответствии с планом работ по созданию РВПС «СЕВЕРО-ЗАПАД» АКАДЕМСЕТИ были выполнены комплектование технических средств, адаптация программного обеспечения, а также комплексная отладка и ввод в эксплуатацию центра коммутации пакетов (ЦКП), который был связан выделенными телефонными каналами с ЦКП РВПС «ЦЕНТР» (город Москва) и ЦКП РВПС «ПРИБАЛТИКА» (город Рига). В 1980 г. была создана экспериментальная линия передачи данных Ленинград – Хабаровск. В дальнейшем в институте был создан и введен в эксплуатацию многофункциональный приемно-передающий центр. Было разработано оборудование для передачи данных по УКВ каналам. Эта система была рекомендована для связи Ленинграда с районными центрами в процессе управления реализацией программы «Интенсификация-90». Для приемно-передающего центра было создано оборудование для приема и обработки спутниковой информации. Основным назначением центра был обмен цифровой информацией по радиоканалу с аналогичными центрами в других районах. Продолжалась работа по освоению и отладке сетевых протоколов.

В связи с расширением использования средств вычислительной техники, особенно микро-ЭВМ, большое практическое значение приобрели работы института в области локальных вычислительных сетей (ЛВС). Под руководством А.Н. Домарацкого были разработаны концепция, архитектура, технология и методы реализации ЛВС на основе техники, выпускаемой отечественной промышленностью. Была введена в эксплуатацию первая версия экспериментальной ЛВС, предназначенной для использования в АСНИ и ИПК.

Как показали исследования, выполненные под руководством А.Н. Домарацкого, основные сложности, препятствующие широкому распространению АСНИ, были связаны, прежде всего, с недостаточным объемом и неудовлетворительными характеристиками имеющегося программного обеспечения для АСНИ, сложностью и высокой стоимостью его разработки и сопровождения. Для решения этой проблемы был разработан новый подход к построению АСНИ, обеспечивающий повышение эффективности как АСНИ, так и самих исследований, облегчающий разработку и проектирование АСНИ и их математического обеспечения, способствующий переходу к интегрированной обработке данных в научных исследованиях и других сферах деятельности человека. На основе этого подхода была разработана и создана система алгоритмических и программных модулей, обеспечивающая повышение качества программного обеспечения и уменьшение затрат на его разработку и сопровождение. Двумя основными компонентами системы являлись функциональные и базисные модули. Были определены иерархия функциональных процессов, спецификация соглашений по иерархическим уровням, средства синхронизации вычислительных процессов, способы построения операционной среды для программных систем реального времени. Использование этой системы при разработке АСНИ позволило создать фонд типовых алгоритмических и программных модулей и версий программных систем для многократного использования их в последующих разработках, что существенно снижало трудоемкость таких разработок. Очень важным было то, что система и фонд модулей могли быть использованы при разработке программного обеспечения компьютерных систем реального времени. Для повышения уровня унификации в АСНИ технических средств комплексирования и сопряжения систем программного обеспечения были разработаны способы адаптации к АСНИ существующих элементов техники микро-ЭВМ, средств КАМАК, международного стандартного интерфейса, аппаратных и программных средств ЛВС. Была определена структура аппаратных и программных средств базовой АСНИ, обеспечивающей возможность программирования на ограниченном подмножестве профессионального языка исследователя.

Необходимость разработки теоретических основ информатики потребовала углубленной проработки вопросов теории алгоритмов. Эти исследования выполнялись

под руководством А.О. Слисенко. Одной из первоочередных проблем, требующих решения, была проблема оценки сложности алгоритма. Решив эту проблему, можно было более строго подойти к оценке объема или длительности вычислений, необходимых для решения данной задачи с помощью имеющейся вычислительной техники. Вопрос был актуальным, так как для часто встречающихся комбинаторных задач наиболее очевидным алгоритмом являлась процедура перебора возможных вариантов, что практически исключало возможность решения задач большой размерности. Поэтому важно было, например, выделить классы задач, для решения которых можно использовать алгоритмы полиномиальной сложности вместо уже известных алгоритмов экспоненциальной сложности. Важным теоретическим результатом было построение алгоритма полиномиальной сложности для разложения многочленов на множители (А.Л. Чистов). Учитывая, что такая задача имеет прямое отношение к решению систем алгебраических уравнений, этот результат имеет большое практическое значение. В ходе дальнейших исследований были найдены подходы к построению оценки сложности алгоритма или сложности задачи.

В работах, выполненных под руководством В.В. Иванищева, уже было показано, что построение алгоритмической модели во многих случаях может быть сведено к построению алгоритмической сети, используемой как входная информация для системы автоматизированного моделирования. Следующим этапом была разработка теории алгоритмических сетей, позволяющая с новых позиций подойти к исследованию вычислительных процессов и вычислительных структур. Результаты этих исследований позволили существенно расширить возможности автоматизации моделирования. Был разработан комплекс методов, осуществляющих программную поддержку каждого из этапов автоматизированного моделирования. В их число входили методы программной поддержки процесса формирования предметной области на основе идеографического языка, методы автоматизации программирования на основе сетевого представления, методы программной поддержки диалоговых и оптимизационных процедур принятия решений, метод планирования вычислений на алгоритмических сетях.

Были разработаны новые версии системы автоматизации моделирования САПФИР. Система совершенствовалась за счет выделения типовых макроэлементов алгоритмической сети, учета особенностей предметной области и включения диалоговой системы принятия решений. Для облегчения процесса построения модели в виде сети было предложено на первом этапе представлять модель в форме, близкой к рисунку, фрагменты которого постепенно усложняются. (Этот алгоритм описан в книге Иванищева В.В., Михайлова В.В. и Тубольцевой В.В. «Инженерная экология», выпущенной в свет издательством «Наука» в Ленинграде в 1989 г.)

Доктором технических наук В.В. Александровым был разработан метод рекурсивной структуризации информационных процессов. Этот метод был использован не только для описания и реализации хранения, поиска и обработки различных классов данных (таблиц данных, сигналов, черно-белых и цветных изображений и т.п.). С его помощью оказалось возможным создавать интегрированные системы анализа данных, совмещающие в себе функции баз данных, систем обработки данных и систем принятия решений. Исследование структур данных и особенностей предметных областей дало возможность применять метод при построении проблемно-ориентированных информационных систем. Совместно с сотрудниками Русского музея была создана первая очередь музейной базы данных. В международной практике получила широкое применение разработанная под руководством В.В. Александрова система для автоматизированного распознавания рукописных текстов. Материалы этих работ можно найти в публикациях: Александров В.В., Горский Н.Д. «Алгоритмы и программы структурного метода обработки данных» (Л.: Наука, 1983); Александров В.В., Бариллов А.А., Белякова И.П. и др. «Интегрированные производственные комплек-

сы» (Л.: Машиностроение, 1987); Александров В.В., Алексеев А.И., Семенков А.И. «ЭВМ: игра и творчество» (Л.: Машиностроение, 1989).

Под руководством В.В. Александрова были разработаны также основы теории развивающихся структур для общего подхода к исследованию процессов в системах с изменяющейся структурой. Была разработана динамическая модель дискретного пространства и рассмотрены возможности использования этой модели для построения баз знаний. Результатам этих работ посвящены публикации: «Представление знаний и экспертные системы» / Под ред. В.В. Александрова. (ЛИИАН, 1989) и «Проблемы обработки знаний» / Под ред. В.М. Пономарева. (ЛИИАН, 1989).

Разработка теоретических проблем и работа по созданию баз данных выявила необходимость углубленной проработки теоретических основ экспертных систем и процедур принятия решений, то есть, в конечном счете, проблем представления и обработки знаний и баз знаний. Различные аспекты этой проблемы рассматривались В.В. Александровым (экспертные системы), Н.Н. Ляшенко (алгоритмы индуктивного вывода), В.И. Городецким (системы накопления и обработки знаний) и возглавляемыми ими коллективами. По этой проблематике вышла в свет публикация Н.Н. Ляшенко «Методы и алгоритмы индуктивного вывода» (ЛИАН, 1989).

В процессе разработки АСНИ мы уже столкнулись с проблемой создания больших объемов программного обеспечения. Еще более острой эта проблема стала в связи с ускорением процессов автоматизации производства и, тем более, с начавшимся процессом информатизации общества. Американский журнал «Дейтамейшен», внимательно следящий за состоянием и развитием вычислительной техники в СССР, в 1988 г. констатировал, что в Союзе, в отличие от других развитых стран, нет промышленного производства математического обеспечения ЭВМ. В 1984 г. мы имели в стране отношение затрат на разработку к затратам на сопровождение программного обеспечения равное 1 к 5 и коэффициент повторного использования программных средств равный 1,5 (в США этот коэффициент был более 20). В этих условиях промышленное производство программных средств было бы неэффективным.

Некоторые пути уменьшения затрат на сопровождение программного обеспечения уже были найдены и проверены в институте. Это – обучение пользователей применению отлаженных программ, имеющихся в РВСКП; модульный принцип построения программного обеспечения для систем автоматизации исследований, проектирования и производства и автоматизация моделирования. Широкое исследование вопросов технологии программирования было проведено под руководством А.О. Слисенко. Эти аспекты отражены в выпущенных в свет под его редакцией ЛИИАН публикациях: «Вопросы технологии программирования», «Инструментальные средства поддержки программирования» (1988) и «Актуальные вопросы технологии программирования» (1989).

В работах специалистов ЛИИАН были оценены возможности использования языков программирования высокого уровня, в том числе языка ФОРТ (руководитель С.Н. Баранов), способы обеспечения мобильности программ (руководитель В.И. Воробьев), способы тестирования, верификации и сертификации программного обеспечения, достижения высокой надежности программного обеспечения, пути построения инструментально-технологических систем автоматизации программирования. Этим вопросам посвящены, например, публикации: Баранов С.Н., Ноздруков Н.Р. «Язык ФОРТ и его реализация» и Воробьев В.И. «Математическое обеспечение ЭВМ в науке и производстве» (Л.: Машиностроение, 1988).

Под руководством В.И. Шкиртиля была начата разработка двуязычных программных систем. Для доведения этой разработки до конечного продукта Институт и американская фирма «ASHTON-TATE» создали совместное предприятие. Результаты работы были представлены на международной выставке в городе Ганновере.

Большое значение для координации в Северо-Западном регионе исследований и разработок в области вычислительной техники и ее применения имели работы созданного в 1983 г. в составе МКС Научного совета по информатике, вычислительной технике и автоматизации с ЛНИВЦ/ЛИИАИ в качестве базовой организации. Председателем Совета был назначен В.М. Пономарев. В состав Совета вошли представители 30 ленинградских организаций (всего 61 человек, из них 2 члена-корреспондента АН СССР, 37 докторов наук и 18 кандидатов наук).

Работа Совета проводилась по трем основным направлениям:

– организация и проведение научной экспертизы отдельных фундаментальных, поисковых и прикладных исследований и разработка на этой основе предложений по их внедрению и тиражированию в регионе;

– пропаганда актуальных и значимых научно-технических достижений;

– определение приоритетных научных направлений и разработка предложений по формированию научно-исследовательских и научно-технических программ.

При Совете работали постояннодействующие городские семинары:

- Технология программирования;
- Автоматизированные системы технологической подготовки производства;
- Автоматизация проектирования;
- Автоматизированное проектирование и инженерия знаний в машиностроении;
- Организация группового производства;
- Автоматизация проектирования, исследования и управления производственными процессами и установками с применением ЭВМ;
- Автоматизация научных исследований;
- Системы автоматизации научного эксперимента;
- Биотехнические системы;
- Базы данных и экспертные системы.

Материалы семинаров систематически публиковались в сборниках и коллективных монографиях, издаваемых ЛИИАИ.

В 1989–1990 гг. Советом были подготовлены предложения по концепциям программ «Интенсификация-95» и «Информатизация Ленинградского региона».

Предложения были основаны на сформулированном Советом заключении, что решение основных задач социально-экономического развития Ленинградского региона может быть достигнуто путем перехода на новые информационные технологии и инфраструктуры с целью создания на их основе систем автоматизированных производств, систем административно-хозяйственного управления, систем экологического, медицинского и социального мониторинга, систем удовлетворения культурных и бытовых информационных потребностей населения. По инициативе Совета для информационной поддержки программы информатизации региона был создан Региональный информационный центр «ЛЕНИНФОРМАТИКА».

В 1985 г. была, в основном, сформулирована и проверена на практике общая концепция интегральной автоматизации цикла «Исследование – Производство». В соответствии с общей концепцией цикл базируется на результатах работ, осуществленных в ходе научно-технического прогресса. Они включают разработки новых технологий и технологического оборудования, способов и систем механизации и автоматизации, разработки новых видов сырья и материалов, разработки новых источников энергии, разработки мероприятий по охране окружающей среды и здоровья, методы совершенствования организации труда и управления производством. На этой основе выбираются такие составляющие обеспечения цикла как оборудование, технологии, материалы, энергия и кадры. Сам цикл состоит из управления предприятием, научно-исследовательских работ, опытно-конструкторских работ, подготовки производства, производства, контроля и испытаний. Эти этапы, реализуются различными подразде-

лениями предприятия и поддерживаются последовательностью систем автоматизации, состоящей из автоматизированной системы управления предприятием (АСУП), системы автоматизации научных исследований (АСНИ), системы автоматизации проектирования (САПР), системы автоматизации технологической подготовки производства (АСТПП), системы управления гибким автоматизированным производством (СУ ГАП) и системы автоматизации контроля и испытаний (САК). Эта последовательность систем автоматизации объединена в общую информационно-вычислительную сеть интегрированного производственного комплекса (ИВС ИПК). Обеспечение систем автоматизации и сети состоит из информационного обеспечения (ИО), программного обеспечения (ПО) и аппаратного обеспечения (АО). Научное обеспечение интегральной автоматизации складывается из системных исследований, разработки информационного обеспечения, разработки программного обеспечения и разработки аппаратного обеспечения.

В ЛИИАН проводились исследования и разработки по ряду направлений, связанных с проблемой создания ИПК. Результаты этих работ отражены в трудах ЛИИАН и целом ряде публикаций: «Системы автоматизации в науке и производстве» / Под ред. В.М. Пономарева (М.: Наука, 1984); Лескин А.А., Пономарев В.М., Раков Ю.Е., Халкиопов С.Н. «Методические основы проектирования интегрированных производственных комплексов» (Л.: ЛДНТП, 1985); Александров В.В., Вишняков Ю.С., Горская Л.М. и др. «Информационное обеспечение интегрированных производственных комплексов». (Л.: Машиностроение, 1986); Домарацкий А.Н., Лескин А.А., Пономарев В.М., Раков Ю.Е., Халкиопов С.Н., Ханенко В.Н. «Системное проектирование интегрированных производственных комплексов» (Л.: Машиностроение, 1986); Пономарев В.М., Герст В.С., Колпышев Ю.Н. и др. «Эскизное проектирование интегрированных производственных комплексов. Методические материалы» (Л.: ЛИИАН, 1986); Пономарев В.М., Голубева С.В., Колпышев Ю.Н. и др. «Проектирование информационного обеспечения интегрированных производственных комплексов. Методические материалы» (Л.: ЛИИАН, 1986); Пономарев В.М., Козловский В.А., Лескин А.А. и др. «Проблемы внедрения гибких производственных систем» (Л.: ЛИИАН, 1988); «Проблемы информационной технологии и интегральной автоматизации производства» / Под ред. В.М. Пономарева (Л.: Наука, 1989); «Моделирование в задачах проектирования автоматизированных производств» / Под ред. В.М. Пономарева и А.А. Лескина (Л.: ЛИИАН, 1990).

Коллектив исполнителей под руководством В.М. Пономарева разрабатывал вопросы системного проектирования ИПК. При этом был создан аппарат для описания гибкого автоматизированного производства, включающий алгебраические модели, сети Петри, диаграммы Ганта (А.А. Лескин), оптимизации технологической последовательности и состава оборудования и ПО для автоматизации проектирования ГАП (А.В. Смирнов). В 1986 и 1989 гг. ленинградское издательство «Наука» выпустило в свет монографии: Лескин А.А. «Алгебраические модели гибких производственных систем» и Лескин А.А., Мальцев П.А., Спиридонов А.М. «Сети Петри в моделировании и управлении», в которых представлены результаты этих работ.

Автоматизированная система технологической подготовки производства «Текран» была создана под руководством А.О. Полякова. Информация об этих работах представлена в публикации «Информационные проблемы автоматизации», выпущенной в свет ЛИИАН в 1988 г. под редакцией В.В. Александрова (1988).

Под руководством А.Н. Домарацкого и Ф.М. Кулакова был создан инструментальный комплекс для разработки ПО систем управления ГАП и разработаны структуры аппаратных и программных средств многомашинных систем управления участками ГАП, включающими в свой состав станки с числовым программным управлением (ЧПУ), автоматические склады, транспортное оборудование и роботы, а также

архитектура ИВС ИПК. Информация об этих работах представлена в публикации «Проблемы локального и распределенного управления программируемым оборудованием гибких автоматических производств», выпущенной в свет ЛИИАН в 1987 г. под редакцией Ф.М. Кулакова (1987).

Разрабатывавшиеся под руководством В.В. Александрова и В.Н. Ханенко проблемы информационного обеспечения ИПК нашли свое отражение в публикации «Информационное обеспечение систем автоматизации», выпущенной в свет ЛИИАН под редакцией В.В. Александрова (1986).

Под руководством А.Е. Бор-Раменского были разработаны принципы унификации технологических и технических модулей автоматизированных производств и систем автоматизации. Были предложены новые принципы построения ПО ИПК, включающего базы знаний, экспертные системы, диалоговые системы принятия решений, алгебраические модели и интеллектуальный интерфейс. Результатам этих работ посвящена монография А.Е. Бор-Раменского «Технологические и технические модули автоматизированных производств» (Наука, 1989) и ряд изданий, подготовленных в ЛИИАН и вышедших в свет под его редакцией: «Проблемы унификации технологических и технических модулей автоматизированных систем» (1986); «Системный подход к исследованию и проектированию сложных объектов» (1989).

Проблемы проектирования роботов для ИПК и, в том числе, сборочных роботов и их систем управления разрабатывались под руководством д.т.н. Ф.М. Кулакова. По проблемам ИПК и программе «Интенсификация-90» был подготовлен и в 1987 г. издан в ЛИИАН комплект методических материалов: Тарбеев Ю.В., Окрепилов В.В., Пономарев В.М. и др. «Гибкие производственные системы. Типовые формы документов».

В связи с тем, что программа «Интенсификация-90» предусматривала изменение структуры научно-технического комплекса региона, необходимо было исследовать проблемы региональных технологий, их внедрения и перспектив их развития, а также общие вопросы стратегии развития производства и предприятий. Эта работа выполнялась под руководством Е.К. Овсянникова. Материалы этой работы ЛИИАН отражены в публикации: Иванова Г.Е., Овсянников Е.К. «Система поддержки решений в стратегии развития предприятий» (1990).

Разработке методологических основ автоматизации региональных технологий посвящена выпущенная в свет издательством «Наука» работа «Автоматизация региональных технологий / Под ред. Е.К. Овсянникова» (1989).

Продолжалась традиция организации международных научных мероприятий. Так, в октябре 1987 г. ЛИИАН совместно с Международным научно-исследовательским институтом проблем управления организовал и провел в Ленинграде IV Международную конференцию по гибким производственным системам. В соответствии с планом международных мероприятий ИФИП в апреле 1990 г. институт подготовил и провел Международную конференцию ИФИП «Искусственный интеллект – промышленное применение», в которой приняли участие около 250 специалистов из 13 стран (США, Франция, Италия, ФРГ, Япония, Австрия, ГДР, ПНР, СФРЮ, НРБ, ЧССР, КНР, СССР). На конференции было сделано 90 докладов по широкому спектру проблем: экспертные системы, интеллектуальные производственные системы, системы принятия решений.

К 1990 г. СПИИРАН стал ведущей научно-исследовательской организацией в области информатики, управления и автоматизации Северо-Запада России.

© Гончаревский В.С., Калинин В.Н.,
Кромский Б.В., Полетаев А.М.,
Рыбаков И.В.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КИБЕРНЕТИКИ И ИНФОРМАТИКИ В ВОЕННО-КОСМИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ им. А.Ф. МОЖАЙСКОГО (1941–2006 годы)

Большой вклад в становление и развитие кибернетики и информатики внес коллектив ученых Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, которая стала высшим военно-учебным заведением в канун Великой Отечественной войны в марте 1941 г. Уже в первые годы существования академии в ее недрах зародился и продолжает в настоящее время функционировать ряд признанных в стране научных школ, основоположниками которых были такие известные ученые как академик РАН Е.П. Попов, член-корреспондент АН СССР В.И. Сифоров, С.А. Дробов, Л.Д. Гольдштейн, Ф.М. Килин, В.Е. Дулевич, Н.И. Буренин, Л.Т. Тучков и ряд других.

Выдающийся ученый, академик РАН Евгений Павлович Попов стоял у истоков школы автоматического управления авиационными и ракетно-космическими средствами. Сразу же после прибытия в академию в 1943 г. им были начаты научные исследования в области систем автоматического управления, и уже в скором времени по его инициативе была образована первая среди военных вузов страны кафедра, призванная сформировать научные основы создания и применения автоматических систем в авиации. Именно с образованием кафедры авиационной автоматики и телемеханики началось зарождение школы автоматического управления в академии.

В этот период Е.П. Попов ставит перед собой задачу создания фундаментального курса общей теории автоматического регулирования, которого в то время фактически не было ни в одном вузе страны, и одновременно приступает к написанию фундаментального учебника «Теория автоматического регулирования», который был издан в типографии академии в 1952–1953 гг. А в следующем году «Гостехиздат» выпускает в свет его труд «Динамика систем автоматического регулирования», который стал настольной книгой нескольких поколений специалистов в данной области и вскоре был издан в Англии, Германии и США.

Кроме систематического изложения линейной теории автоматического регулирования, Е.П. Попов решил осветить и вопросы динамики систем с нелинейностями. При этом он всегда стремился совместить строгость теоретических исследований с прикладным характером использования их результатов в инженерной практике. Поэтому он обратил внимание на приближенные методы исследования нелинейных систем и вскоре пришел к идее метода гармонической линеаризации, которая подробно была описана в книге «Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем», опубликованной в 1960 г. в издательстве «Физматгиз» и затем переизданной в Германии, США и Польше.

Признание заслуг Е.П. Попова в развитии прикладной теории исследования нелинейных систем было отмечено избранием его в 1960 г. членом-корреспондентом

АН СССР по Отделению механики и управления движением, а также получением Государственной премии. Результатом дальнейшего развития теоретических и прикладных результатов в области анализа и синтеза нелинейных систем стали опубликованная в издательстве «Машиностроение» серия из десяти книг по нелинейным системам автоматического управления и его монография «Прикладная теория процессов управления в нелинейных системах», опубликованная издательством «Наука» в 1973 г.

По результатам научных исследований по общей теории автоматического управления и на основе опыта учебно-методической работы Е.П. Поповым была подготовлена и опубликована монография «Автоматическое регулирование и управление», выдержавшая в период 1956–1966 гг. пять изданий. В соавторстве с В.А. Бесекерским им была написана книга «Теория систем автоматического регулирования», ставшая на долгие годы одним из лучших учебных пособий по данному направлению и переизданная на сегодня уже в четвертый раз под названием «Теория систем автоматического управления».

В 1992 г. Е.П. Попов был избран действительным членом Российской академии наук по Отделению механики и процессов управления. Сформированная им школа систем автоматического управления продолжала развиваться и после его ухода из ВКА им. А.Ф. Можайского, благодаря заложенным традициям и усилиям его многочисленных учеников и последователей. В ее недрах зарождались новые научные направления.

На посту начальника кафедры автономных систем управления Е.П. Попова сменил его ученик – профессор В.М. Пономарев. Он плодотворно руководил научной школой оптимизации процессов и систем управления движением ракет и космических аппаратов, результаты которой широко использовались в организациях промышленности при создании новых образцов ракетно-космической техники. Выполненные под его (В.М. Пономарева) руководством исследования оформились в самостоятельное научное направление – теорию синтеза оптимальных систем управления с приложениями в области управления космическими аппаратами (КА). Его монография «Теория управления движением космических аппаратов» явилась одной из первых в стране фундаментальных работ в этой области.

В конце 50-х гг. Е.П. Попов поставил своему сотруднику А.М. Половко, работавшему на кафедре, задачу заняться проблемой надежности систем управления – областью науки, в то время абсолютно не исследованной. Основы аналитической теории надежности технических систем были сформированы к 1964 г. и опубликованы в монографии А.М. Половко «Основы теории надежности», вышедшей в издательстве «Наука».

Ученик академика Е.П. Попова Р.М. Юсупов выполнил глубокие исследования в области самонастраивающихся систем управления и теории чувствительности. Результатом этих исследований стал ряд научных монографий в издательствах «Энергия», «Высшая школа», «Наука», «Машиностроение». Р.М. Юсупов активно участвовал в работе организационных комитетов симпозиумов по теории адаптивных систем и теории чувствительности, проведенных в городе в 70-е гг. По его инициативе в академии была открыта подготовка специалистов по кибернетике, а под его редакцией и при личном участии издан цикл учебных пособий по изучаемым по этой специальности дисциплинам.

В начале 70-х гг. в ВКА им. А.Ф. Можайского под руководством профессора Л.И. Каргу сформировалось самостоятельное научное направление командно-измерительных приборов систем управления КА. Труды Л.И. Каргу и его учеников по этой тематике завоевали широкую популярность среди специалистов. Будучи талантливым экспериментатором, он сделал более 120 изобретений в области гироскопических устройств автономных систем управления ракетами и КА.

В последующие годы широкомасштабные исследования школы Е.П. Попова по дальнейшему совершенствованию автономных систем управления объектами ракетно-космической техники (РКТ) проводились под руководством профессоров Л.А. Майбороды, В.И. Миронова, А.Д. Голякова, В.В. Ефимова и В.Н. Арсеньева, научных трудов которых также внесли существенный вклад в развитие отечественной кибернетики.

Профессор Л.А. Майборода руководил комплексными научными исследованиями возможностей создания систем терминального управления для ракет и КА. Им разработаны методы решения задач динамики с разрывными функциями и функционалами. За вклад в развитие научных основ и практические приложения принципов терминального управления в 1985 г. Л.А. Майборода и А.И. Холопов были удостоены звания лауреатов Государственной премии. Получили заслуженное признание и результаты в этой области, достигнутые М.Ф. Яфраковым.

Значительные результаты при решении задач оптимального управления движением ракет и КА были получены В.И. Городецким, В.И. Мироновым и Ф.М. Захариним. В 80-е гг. В.И. Городецкий инициировал проведение в академии научных исследований в области искусственного интеллекта и опубликовал первое учебное пособие (в трех частях) по прикладной алгебре и дискретной математике.

Научная работа коллектива, которым сегодня руководит профессор Ефимов В.В., направлена на создание интеллектуальных систем автономного управления функционированием КА на основе применения нейросетевых технологий обработки данных и исследование возможностей использования малых КА в интересах экспериментальной отработки комплексов и систем информационного обеспечения двойного назначения.

Активно и плодотворно в 60-е гг. проводились в Академии теоретические и экспериментальные работы, направленные на широкое применение цифровых вычислительных машин в системах автоматического управления. В.А. Бесекерским, С.М. Федоровым, С.В. Лучко и А.П. Литвиновым были получены важные научные результаты, положенные в организациях промышленности в основу проектирования автономных систем управления летательных аппаратов с бортовыми ЦВМ. Разработкой конкретных конструктивных технических решений были завершены глубокие научные исследования перспектив создания высокоэффективных систем ориентации КА, проведенные А.Н. Герасимовым и Е.А. Фабрикантом.

Важные исследования были выполнены научной школой автономной навигации КА, основанной и руководимой профессором Порфирьевым Л.Ф. Профессора В.В. Смирнов, В.И. Кузнецов и А.Д. Голяков внесли существенный вклад в разработку методов автономной навигации КА на базе использования бортовых измерительных и вычислительных средств. Они же внесли заметный вклад в разработку методов аналитического оценивания точности определения координат и скорости КА по избыточным бортовым измерениям.

Известным специалистом в области математических методов кибернетики, моделирования динамических и стохастических систем профессором Чернецким В.И. был получен ряд фундаментальных научных результатов для анализа точности нелинейных систем управления. Разработанная им новая форма представления случайных функций в виде неканонического разложения дает в пределах корреляционной теории точное представление при использовании конечного числа вспомогательных случайных величин.

Важные научные результаты в теории управления запасами и теории очередей получены профессором Ю.И. Рыжиковым – автором первой отечественной монографии в этой области, разработчиком численных методов анализа эффективности вычислительных процессов и методов автоматического синтеза программ, их верификации и сертификации.

Под руководством профессора А.П. Лысенко молодые профессора В.Б. Кудрявцев и В.В. Кудрявцев провели цикл научных исследований, направленных на создание высокоточных преобразователей информации, повышение эффективности систем связи, разработку теории диспетчеризации цифровых автоматов, оценивание достоверности результатов контроля и диагностирования технического состояния ракет и КА. Разработку теоретических основ создания магнитометрических систем автономной навигации и ориентации КА и геомагнитных средств управления объектами ракетно-космической техники ведет И.С. Гурьев.

Существенные научные результаты были получены профессорами Н.К. Зайнашевым, И.В. Панфиловым, В.Н. Кустовым, И.А. Барановым, А.Г. Ломако и А.Д. Хомоненко при исследовании путей повышения функциональных и надежности характеристик бортовых и наземных вычислительных систем и их программного обеспечения.

Неоценим вклад в становление и развитие кибернетики и информатики в Академии, внесенный доктором физико-математических наук профессором Х.Л. Смолицким. В Академии не найдется ни одного доктора, да и кандидата наук в этой области, кто бы не обращался к Х.Л. Смолицкому за консультацией как при поиске путей исследования, так и при решении сложных математических задач. Он дал путевку в научную жизнь многим десяткам молодых ученых. Им впервые в академии поставлен курс вычислительной математики, издано учебное пособие по теории выбора оптимального поведения.

Профессора Ф.М. Килина можно, без сомнения, назвать одним из основных создателей в Академии научной школы радиоуправления летательными аппаратами. Еще в военные годы им в содружестве с Государственным оптическим институтом были разработаны методы автоматического наведения бомбардировщиков на цель с помощью радиосредств. Продолжая и далее интенсивную научную работу в этом направлении, Ф.М. Килин уже к началу 50-х гг. стал весьма известным специалистом в области теории и методов исследования систем радиоуправления. В его работах получили значительное развитие методы проектирования этих систем с учетом динамики полета управляемых летательных аппаратов и характеристик радиоэлектронной аппаратуры. Им были предложены эффективные методы анализа и синтеза комплексных систем радиоуправления. Ф.М. Килин является автором теории импульсных автоматических систем с временными селекторами и дискретно изменяющимися параметрами. По его инициативе в 1952 г. в Академии была создана одна из первых в нашей стране кафедра радиоуправления, он же был назначен ее первым начальником.

Под руководством Ф.М. Килина специалисты научной школы радиоуправления выполнили в 50-е гг. важные исследования по разработке перспективных методов и законов радиоуправления авиационным реактивным управляемым вооружением (АРУВ). Особенно интересные результаты по моделированию динамики радиоуправляемого полета крылатых ракет были получены в работах Б.Е. Рудницкого, который разработал методы синтеза линейных систем радиоуправления с переменными параметрами на основе интегральных параметрических преобразований. Эти результаты были реализованы в ведущих авиационных ОКБ и НИИ при создании новых образцов АРУВ.

В 60-е гг. в научной школе, возглавляемой Ф.М. Килиным, велись исследования по двум основным научным направлениям: проблемам радиоуправления межконтинентальными баллистическими ракетами (МБР) и проблемам радиоуправления космическими аппаратами. В рамках первого из этих направлений в работах Ф.М. Килина, А.М. Жакова, Б.Е. Рудницкого, Б.А. Резникова, В.С. Гончаревского, В.Н. Калинина и других сотрудников были обоснованы принципы построения радиотехнических систем управления МБР, разработаны новые методы радиоуправления этими объектами на активном участке траектории их движения, даны рекомендации по составу и точности измерения параметров движения исходя из обеспечения требуемой точности

попадания головной части ракеты в заданную цель. Результаты этих исследований использовались в ракетно-космической промышленности и оказали серьезное влияние на развитие данной отрасли военной науки и техники.

Второе научное направление школы Ф.М. Килина было связано с исследованиями в области радиоуправления космическими аппаратами. В работах Ф.М. Килина и Н.И. Посохина были предложены и обоснованы принципы построения бортовых систем и комплексов радиоуправления КА. Б.А. Резников и В.Н. Калинин разработали теорию и методы оптимизации этих систем и комплексов. С.Г. Зубкович разработал методы определения статистических характеристик отраженных от земной поверхности радиосигналов, что было необходимо, в частности, для создания бортовых радиовысотомеров КА. Гончаревский В.С. разработал основы теории радиоуправления встречей КА на орбите.

Одной из основных прикладных областей исследований в рамках второго научного направления школы Ф.М. Килина являлась в эти годы разработка системы радиоуправления сближением и стыковкой КА. Уже в 1961 г. специалистами школы (В.С. Гончаревским, Н.И. Посохиним, А.В. Четковым и другими) по заданию академика С.П. Королева был разработан и предложен один из первых в нашей стране вариант такой системы. В период с 1961 по 1967 г. эти же специалисты приняли активное участие в создании бортового измерительного комплекса сближения «ИГЛА», с помощью которого 30 октября 1967 г. впервые в мире была осуществлена автоматическая стыковка космических аппаратов «КОСМОС-186» и «КОСМОС-188». В дальнейшем результаты исследований школы в данной области были реализованы заказывающими и промышленными организациями при проектировании существующих систем радиоуправления относительным движением КА (систем обеспечения сближения, стыковки и группового полета космических кораблей «СОЮЗ», «ПРОГРЕСС» и орбитальных станций «САЛЮТ», «МИР» и др.). Специалисты школы участвовали в реализации совместной советско-американской программы ЭПАС (экспериментальный полет «АПОЛЛОН-СОЮЗ»).

Научные достижения школ автоматического и радиоуправления объектами ракетно-космической техники были бы невозможны без серьезной теоретической и практической базы исследований в области космической баллистики. В этой области своеобразной кузницей научных кадров в академии и нашем городе стала научная школа, сформированная профессором А.Е. Доновым. Дальнейшее развитие и известность эта школа получила, когда ее возглавляли К.Н. Баринов и П.А. Мамонов. Этими учеными, совместно с их многочисленными учениками, с позиций структурного анализа были разработаны общие принципы построения орбитальных систем КА и способы их создания. Ими же были решены проблемы, связанные с синтезом оптимальных структур и анализом структурной изменчивости орбитальных систем в процессе функционирования. Ими также были решены сложные маршрутные задачи и задачи инспекции орбитальных объектов. Результатом плодотворной работы школы явилась первая в мире монография по этой проблематике «Динамика и принципы построения орбитальных систем космических аппаратов», выпущенная в издательстве «Машиностроение» в 1975 г.

Всего около трехсот научных и учебно-методических трудов, посвященных решению задач космической баллистики, издано А.Е. Доновым, К.Н. Бариновым и П.А. Мамоном. Ученики созданной ими школы (М.С. Сергеев, С.К. Слезкинский, В.П. Насонов, Е.П. Минаков, В.И. Половников, Н.Ф. Аверкиев, Ю.В. Миронов и др.), которая успешно функционирует и по сегодняшний день, уже выпустили более 1500 печатных трудов. Научные достижения этой школы нашли применение при баллистическом обосновании многих образцов космической техники.

Одним из пионеров в области информационных аспектов кибернетики и в области радиоинформатики являлся талантливый педагог и видный ученый, профессор

Л.Д. Гольдштейн, который в момент образования Академии был назначен начальником кафедры радиотехники, а затем стоял у истоков зарождения кафедры радиолокации и радионавигации, а затем и кафедры технической кибернетики. Л.Д. Гольдштейн внес весомый вклад в развитие отечественной радиолокации, статистических методов анализа и синтеза радиотехнических средств. Под его руководством произошло становление новых дисциплин по кибернетике, а сам он впервые в стране подготовил и издал в 1963 г. учебник «Основы технической кибернетики». Л.Д. Гольдштейн был также инициатором образования в 1946 г. в Академии факультета радиоэлектроники, на котором С.А. Дробовым было основано научное направление по проблемам генерирования и управления гармоническими и разрывными колебаниями. В 1946 г. С.А. Дробов издал один из лучших в стране учебников по радиопередающим устройствам, по которому многие годы учились во всех отечественных вузах. Кроме того, в число научных интересов С.А. Дробова входило управление колебаниями лазеров и построение передатчиков оптического диапазона. Его учеником С.И. Бычковым были разработаны теория управления колебаниями и теория стабилизации частоты СВЧ-генераторов.

Выдающийся ученый в области авиационной и космической радиоэлектроники, теории информации и статистической теории связи, автор одного из лучших в стране учебников по радиоприемным устройствам, член-корреспондент АН СССР В.И. Сифоров, работая в академии с 1941 г., был основателем и руководителем научного направления в области повышения помехоустойчивости приема сигналов. Он являлся автором теории детектирования и преобразования радиосигналов, разработал теорию и предложил методы расчета основных элементов приемных устройств различного назначения. В 1951 г. вышел в свет фундаментальный труд С.А. Дробова, Н.А. Железнова, В.И. Сифорова и Я.Д. Ширмана «Теория импульсной радиосвязи», заложивший основы теории и практики дискретной передачи непрерывных сообщений. В.И. Сифоров и Я.Д. Ширман также одними из первых исследовали процесс выделения радиолокационных сигналов на фоне флюктуационных шумов.

Классическим учебником по элементам радиоэлектронных систем (РЭС) стала монография Н.В. Зернова и В.Г. Карпова, которая сохраняет этот статус вплоть до настоящего времени.

В этот же период в рамках сформировавшихся в Академии научных школ, связанных с радиоинформатикой, впервые в отечественной радиотехнике начались исследования по развитию статистических методов обнаружения радиолокационных сигналов на фоне помех и методов синтеза радиолокационных систем. На базе результатов этих исследований были обоснованы новые принципы построения радионавигационных систем и систем радиосвязи.

Первое научно обоснованное предложение об использовании КА для навигации родилось еще до запуска первого ИСЗ в результате исследований В.С. Шебшаевича, который стал в дальнейшем руководителем научного направления спутниковой радионавигации. Им была разработана общая теория нелинейной навигации на основе обобщения понятия навигационной информации и теории навигационных решений в искривленных пространствах, а также основы теории спутниковых навигационных систем. Эти результаты легли в основу создания отечественной системы спутниковой навигации первого поколения. В рамках указанного научного направления был подготовлен учебник по радионавигационным системам и устройствам, в котором впервые систематически излагались теоретические основы и принципы построения этих систем и устройств.

Научная школа радиолокационного наблюдения началась складываться еще с 1944 г. Ее первым руководителем был Л.Д. Гольдштейн, а затем во главе ее стал выдающийся ученый, педагог и организатор В.Е. Дулевич. В рамках этой школы в конце 50-х гг. началось формирование научного направления, связанного с применением методов

математической статистики и теории информации к решению проблемы выделения радиолокационной информации и синтезу радиолокационных систем различного назначения. Важную роль в становлении этого направления сыграла группа Ю.А. Мельника (автора знаменитой монографии «Радиолокационные методы исследования Земли»). В состав группы входили талантливые исследователи А.А. Коростелев, Н.И. Буренин, Н.Ф. Клюев. В их научных работах решалась проблема выделения радиолокационных сигналов из аддитивной смеси сигнала с некоррелированным гауссовым шумом.

А.А. Коростелевым и его учениками были выполнены оригинальные исследования по вопросам моноимпульсной радиолокации, оптико-голографическим методам обработки радиолокационных сигналов, по вопросам построения следящих измерителей навигационных параметров. Им был впервые в нашей стране сформулирован принцип синтеза антенной апертуры и поставлена научная проблема о необходимости пространственно-временной обработки радиолокационного сигнала. Н.Ф. Клеуевым была разработана теория оптимизации обзора и обработки сигналов в радиолокационных системах. В рамках этой же школы В.Ф. Фатеевым были выполнены фундаментальные исследования по прикладным вопросам теории относительности и на этой основе определены новые пути построения автономных бортовых приборов координатно-временного обеспечения космических объектов. В дальнейшем В.Ф. Фатеев стал руководителем научной школы разработки систем сверхмалых КА и применения их в интересах обороны и народного хозяйства.

А.А. Веретягиным были рассмотрены вопросы обработки радиолокационных сигналов в присутствии коррелированных помех, а затем впервые в СССР сформулированы основные положения теории обнаружения точечных движущихся целей на фоне поверхности Земли с помощью орбитальных радиолокационных систем.

Одной из новых отраслей радиоинформатики, разработанных в Академии, явилась сверхширокополосная радиолокация, связанная с формированием и излучением мощных импульсов наносекундной длительности и обработкой отраженных сигналов. Здесь необходимо отметить работы Л.Ю. Астанина, А.А. Костылева и других сотрудников. А.А. Костылев является автором и соавтором опубликованных в нашей стране и за рубежом (США, Великобритания, Китай) монографий по основам сверхширокополосных измерений.

На базе всех этих исследований научной школой радиолокационного наблюдения были опубликованы фундаментальные учебники по теоретическим основам радиолокации, по космическим траекторным измерениям и по основам радионавигационных измерений.

Большое внимание в Академии было уделено развитию телеметрии как одной из важных отраслей радиоинформатики. Телеметрические радиоэлектронные средства (РЭС), относящиеся к системам передачи информации, можно рассматривать как техническую реализацию особого рода обратной связи при управлении подвижными объектами. Результаты исследований в области этих систем легли в основу первого в стране учебника по радиотелеметрии, подготовленного авторским коллективом: Н.Н. Буга, Р.Т. Сафаров, Р.И. Зверев и И.В. Шитов. В дальнейшем, исследованиями в этой области руководил В.И. Белицкий. Его работы были связаны с созданием нового класса информационно-управляющих систем – автоматизированных испытательных комплексов, базирующихся на современных информационно-вычислительных средствах. Под руководством В.И. Белицкого были сформированы два новых научных направления: теоретические основы автоматизации процессов управления и испытаний бортовой аппаратуры и теоретические основы построения иерархических магистрально-модульных информационно-телеметрических систем, исследования по которым продолжаются по настоящее время.

В начале 60-х гг. в области радиоинформатики по инициативе С.И. Бычкова начались исследования по лазерной тематике. В работах Д.П. Лукьянова, Г.И. Полякова, В.В. Клейменова и других исследователей разрабатывались методы управления колебаниями лазеров, способы их применения в военной аппаратуре и т. д. И уже в 1963 г. они привели к выдающемуся результату – созданию первой в стране системы передачи телевизионного изображения по лучу лазера: 7 октября 1963 г. состоялась передача изображения из Академии в ГОИ имени С.И. Вавилова.

Наиболее существенные теоретические результаты школы радиоинформатики, достигнутые в области оптимальной фильтрации случайных и неопределенных процессов (особенно применительно к решению задач слежения за интенсивно маневрирующими объектами) были получены в работах Б.Е. Рудницкого, Б.Г. Мельникова, А.А. Мусаева, М.Г. Степанова, А.П. Алешкина и др. Достижения научной школы оптимальной фильтрации позволили развернуть широкие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке методов и алгоритмов комплексного использования спутниковых навигационных систем, которые выполнялись творческим коллективом под руководством Е.А. Ткачева.

Значителен вклад сотрудников школы радиоинформатики в области исследований и разработки космических радиотехнических комплексов, которые являются ключевыми звеньями в организации применения ракетно-космических средств. Уже в 1964 г. под редакцией С.И. Бычкова и П.В. Олянюка был выпущен первый в стране учебник по космическим радиотехническим комплексам, в котором с системотехнических позиций даны теоретические основы построения РЭС управления КА с описанием их применения в составе наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ) КА. В дальнейшем большой вклад в развитие теории этих комплексов внесли работы Г.В. Стогова, А.А. Корниенко, Л.М. Романова, Г.Н. Мальцева, М.Г. Степанова и других сотрудников.

В области радиоинформатики учеными Академии также велись интенсивные исследования по разработке средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ), которыми руководили Л.Т. Тучков и Н.И. Посохин. По результатам этих исследований было рекомендовано использовать в качестве средств создания пассивных помех ложные цели, которые по своим радиолокационным характеристикам (РЛХ) должны быть подобны РЛХ боевых блоков ракет вероятного противника.

Наибольший вклад в исследование РЛХ внесли В.А. Потехин, М.Е. Варганов, Д.Б. Канарейкин. Для экспериментальных исследований РЛХ под руководством Л.Т. Тучкова был создан уникальный измерительный комплекс на базе безэховой камеры, который по своим техническим параметрам был одним из лучших в стране. В дальнейшем развитие этого научного направления привело к созданию научно-исследовательского центра по фоноцелевому обеспечению средств вооружений.

Большой вклад в дальнейшее развитие теории электромагнитного поля и прикладной электродинамики внесли А.И. Сташкевич, В.М. Шкиль, С.С. Щесняк, А.Ф. Крячко, В.М. Лихачев и их ученики.

На созданном в Академии в 1967 г. факультете автоматизированных систем управления (АСУ) и связи был также сформирован ряд научных школ, связанных с развитием кибернетики и информатики. Среди них следует назвать научную школу АСУ, основанную в конце 60-х гг. профессорами Н.И. Бурениным и Ф.М. Килиным. Первый из них возглавил исследования в области АСУ сложными организационными системами, прежде всего войсками, второй – в области АСУ техническими средствами, стоящими на вооружении этих войск. В последующем в развитие этой научной школы весомый вклад внесли В.Н. Калинин, Б.А. Резников, Ю.Г. Ростовцев, В.С. Гончаревский, С.П. Присяжнюк, Д.В. Бакурадзе, Б.В. Соколов, Ю.С. Мануйлов и ряд других сотрудников.

В.Н. Калинин являлся руководителем исследований в области космической кибернетики. Он обосновал концепцию активного подвижного объекта и на ее базе разработал методологические основы теории управления орбитальными системами и средствами наземного комплекса. С именем Б.А. Резникова связано проведение фундаментальных системно-кибернетических исследований, формирование методологических основ системного подхода и системного анализа.

Ю.Г. Ростовцев предложил субъектно-объектный подход к процессам моделирования, а средством решения возникающих при этом прикладных задач стал разработанный им принцип вложенности моделей.

В.С. Гончаревский – автор теории программного управления относительным движением космических аппаратов. Им разработаны методы управления групповым полетом КА, включая такие его разновидности как зависание, облет и барражирование.

С.П. Присяжнюк руководил исследованиями в области информационных технологий управления РКТ и войсками, разработал теорию оперативного управления наземно-космическими сетями обмена информацией. С именем Б.В. Соколова связано проведение системных исследований по совершенствованию технологии автоматизированного управления, развитию теории комплексного планирования и управления космическими средствами. Ю.С. Мануйлов разработал теорию негладкой динамической оптимизации и теорию оптимального управления пространственным угловым маневрированием КА с упругими элементами конструкции.

На базе этих научных результатов специалистами школы АСУ был подготовлен и издан целый ряд фундаментальных учебников. Это, прежде всего, учебники: «Теория систем и оптимального управления» (В.Н. Калинин, Б.А. Резников, Е.И. Варакин); «Системный анализ и методы системотехники» (Б.А. Резников); «Автоматизированные системы управления войсками» (В.С. Гончаревский и С.П. Присяжнюк) и др.

Следующей научной школой, которую необходимо упомянуть, является школа по теории передачи информации, основанная в конце 50-х гг. Н.Н. Бугой, который в своих работах обобщил теоретические основы статистической теории связи в направлениях разработки моделей электрических сигналов и информационных каналов. В этой области в дальнейшем вели свои исследования Е.В. Митряев, В.В. Деев, А.В. Кузичкин, В.А. Григорьев, К.Ю. Цветков и их ученики.

Е.В. Митряевым разработана теория и методы повышения качества передачи информации в системах связи, телеметрии и управления подвижными объектами. В заслугу А.В. Кузичкина входит создание теории, принципов, моделей, методов поиска и синхронизации сигналов с использованием акустооптических и акустоэлектронных устройств для космических систем связи. В.А. Григорьев предложил методы адаптивной комбинированной обработки сигналов в этих системах для обеспечения требуемого уровня их помехозащищенности, а К.Ю. Цветков разработал теорию оптимальных систем передачи сложных дискретных сигналов.

Важные исследования выполнены научной школой автоматизированной обработки и анализа информации о состоянии космических объектов, основанной В.Б. Мальцевым и А.К. Дмитриевым. Основным научным направлением школы являлась разработка унифицированных программных комплексов обработки и анализа измерительной информации на базе перспективных вычислительных средств для всех этапов жизненного цикла ракет и КА. Созданный на базе этих исследований конкретный комплекс позволяет в течение одного-двух месяцев поставить на автоматизированное обслуживание любой из находящихся на вооружении объектов РКТ.

Научная школа по проблемам надежности и эксплуатации средств связи и АСУ была основана в начале 60-х гг. Н.М. Седякиным. Разработанная им теория случайных импульсных потоков явилась базой для многих прикладных вопросов радиотехники. Он сформулировал закон сохранения ресурса, открывший широкие возможнос-

ти по повышению эффективности и снижению затрат на испытания элементов радиоэлектроники. В дальнейшем ведущая роль в развитии этой школы принадлежала Г.И. Владимировичу, А.Я. Маслову, В.А. Смагину, В.А. Зеленцову, А.Н. Миронову и их ученикам. В исследованиях Г.И. Владимировича основное внимание было уделено экономическим аспектам эксплуатации, оптимизации систем управления запасами, синтезу систем материально-технического обеспечения, снижению затрат на эксплуатацию. С его активным участием была создана секция по проблемным вопросам теории надежности при Ленинградском Доме ученых, бессменным председателем которой он был в течение многих лет.

Н.М. Седакиным и Г.И. Владимировичем был издан один из первых в нашей стране учебник по надежности радиоэлектронной аппаратуры. В заслугу А.Я. Маслова входит разработка теории оптимизации бортовой аппаратуры КА по критерию максимума надежности, а также методов совершенствования эксплуатации РКТ на основе применения гибких стратегий технического обслуживания.

Основное направление исследований В.А. Смагина связано с анализом и обеспечением надежности вычислительных средств систем РКТ, а В.А. Зеленцова – с разработкой теоретических основ синтеза систем эксплуатации комплексов связи и управления КА.

В ходе работ по данной проблематике специалистами школы внедрены в практику проектирования и эксплуатации КА перспективные методы построения электронных схем и устройств, оптимизации аппаратуры по критериям надежности. За время сотрудничества школы с предприятиями-разработчиками сроки активного существования КА увеличились с нескольких месяцев до 3–5 лет, а отдельных образцов – до 7–10 лет.

В 1968 г. в Академии была создана кафедра боевой эффективности и прикладной математики, коллектив которой имел свою плеяду талантливых ученых в области военной кибернетики и математических методов исследования операций. Большой вклад в развитие этой области внесли профессора кафедры Р.М. Юсупов, А.Я. Иоффе, Г.Б. Петухов, Р.Н. Ефремов и другие сотрудники.

Члену-корреспонденту РАН Юсупову Р.М. принадлежит ведущая роль в разработке методов теории чувствительности, теории идентификации, теории испытаний. Он является основателем и руководителем научных школ «Методы создания систем искусственного интеллекта» и «Теория моделирования применения ракетно-космической техники и чувствительности военных информационно-управляющих систем». Труды Р.М. Юсупова по теории чувствительности широко известны в нашей стране и за рубежом.

А.Я. Иоффе разработал теоретические основы и модели исследования эффективности двусторонних военных действий с применением военно-технических систем. Им получены важные результаты по аналитическому оцениванию векторных показателей эффективности боевых действий, оптимизации состава сил и средств с учетом влияния случайных факторов.

Известный ученый в области прикладной кибернетики Г.Б. Петухов основал и возглавил научную школу «Системные исследования качества целенаправленных систем и эффективности целенаправленных процессов», которая получила широкое признание научной общественности и составила научные основы прикладных методов проектирования и совершенствования систем вооружения и космической техники. Внедрение этих методов позволило разработать концепции и методологические основы внешнего проектирования систем информационного и операционного геофизического обеспечения войск. Р.Н. Ефремову принадлежит заслуга в разработке пространственно-временных математических моделей функционирования больших военных систем в конфликтной ситуации.

Масштаб исследований в области кибернетики и информатики существенно расширился в связи с созданием в Академии факультета сбора и обработки информации. Первым начальником факультета в 1977 г. был назначен профессор Р.М. Юсупов. В этот период получили дальнейшее развитие и были созданы новые научные школы профессоров Е.Г. Логачева, С.И. Давыдова, Б.В. Титкова, Ю.Г. Ростовцева, доцента А.А. Яковлева.

А.Ф. Мелькановичем разработаны теоретические основы анализа и синтеза средств космического наблюдения оптического диапазона, методы компьютерного моделирования трехмерных сцен и автоматического распознавания объектов по их изображениям.

А.И. Замарин активно и плодотворно руководит научной школой анализа цифровых информационных потоков в условиях структурной и параметрической неопределенностей. Им разработана теория преобразования псевдослучайных сигналов и принципы их структурной идентификации. Важные для практики научные результаты получены И.М. Левкиным при исследовании процессов комплексной обработки космической информации и поиске путей повышения качества оптико-электронных и радиолокационных изображений.

А.Г. Сайбель в ходе исследования процессов радиоэлектронного контроля вскрыл новые закономерности в связях разностно-временных характеристик излучений с параметрами пространственного положения их источников, что позволяет повысить оперативность выполнения процедур параметрического синтеза систем контроля. Им предложено эквивалентное представление систем нелинейных уравнений в форме, позволяющей повысить эффективность инженерных расчетов.

Большой вклад в развитие технической базы радиоинформатики внесен трудами доцента В.И. Дикарева, заслуженного изобретателя РСФСР, автора более 700 изобретений, защищенных авторскими свидетельствами и патентами.

В исследованиях ученых Академии нашел отражение и эксплуатационный аспект развития кибернетики и информатики. Здесь обращают на себя внимание работы А.Н. Жигарева, В.К. Деткова, И.В. Лысенко и А.И. Птушкина, в которых получили дальнейшее развитие сетевые методы планирования и управления (СПУ) на основе как детерминированных, так и стохастических моделей. Эти работы были посвящены оптимизации структуры и параметров эксплуатационных процессов. Методика оптимизации сетевых моделей на основе метода динамического программирования была распространена и на многопроцессорные вычислительные системы.

На основе результатов научно-практических исследований, выполненных совместно с ведущими предприятиями космической отрасли, Академия активно участвовала в разработке концепции управления техническим состоянием космических стартовых комплексов и внедрении новой ресурсосберегающей технологии их эксплуатации. В 2000 г. представители научной школы мониторинга жизненного цикла и современных технологий эксплуатации ракетно-космических комплексов профессора В.Е. Прохорович, В.Л. Гузенко, А.Н. Миронов, М.М. Пеньков и В.И. Горюнов в составе авторского коллектива, руководимого Генеральным конструктором КБОМ профессором Барминым И.В., были удостоены премии Правительства РФ в области науки и техники.

В результате обобщения многолетнего опыта педагогической деятельности и научных работ, направленных на совершенствование содержания и методики подготовки специалистов для эксплуатационных подразделений, в Академии создан цикл научных и учебно-методических трудов «Разработка и реализация концепции подготовки специалистов по эксплуатации комплексов космических средств в образовательных учреждениях высшего профессионального образования». В 2006 г. авторский коллектив цикла трудов в составе профессоров Гранкина Б.К., Звягина В.И., Полякова А.П., Птушкина А.И.,

доцентов Савченко В.И., Шаповалова Е.Н., Жигилея В.С., Сечкина А.С., Румянцева Б.И. и Трудова А.В. удостоен премии Правительства РФ в области образования.

Работы системно-кибернетического характера в области управления эксплуатацией явились основой открытия в Академии ряда новых специальностей подготовки и внедрения современных информационных технологий в практику эксплуатации космической техники.

За шесть десятилетий ученые Академии внесли существенный вклад в становление и развитие научных исследований в области кибернетики и информатики. Многие из полученных в академии научных результатов были положены в основу решения актуальных проблем создания и совершенствования авиационной, ракетной и космической техники. Внедрение научно обоснованных технических решений в практику проектирования, производства и эксплуатации информационно-кибернетических систем обеспечило повышение обороноспособности страны и содействовало развитию народного хозяйства.

Плодотворные результаты научных работ в области кибернетики и информатики существенно повлияли на развитие образовательного процесса Академии. Были открыты новые специальности подготовки, сформированы новые структурные подразделения и кафедры, изданы десятки востребованных учебников и учебных пособий по информационно-кибернетическому профилю подготовки специалистов для Военно-воздушных сил, Ракетных войск стратегического назначения и Космических войск.

Выдающиеся ученые в области кибернетики и информатики, работавшие в Академии в 40-е–90-е гг. прошлого столетия, в дальнейшем возглавляли ведущие научные учреждения страны. Академик Е.П. Попов был Председателем Секции прикладных проблем при Президиуме АН СССР; член-корреспондент АН СССР В.И. Сифоров руководил Институтом проблем передачи информации; член-корреспондент АН СССР С.С. Лавров был директором Института теоретической астрономии РАН; доктор технических наук, профессор В.М. Пономарев был первым директором основанного в 1978 г. Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН, которым с 1991 г. руководит член-корреспондент РАН Р.М. Юсупов.

В настоящее время в рамках научно-педагогических школ кибернетики и информатики сотрудники Академии продолжают вести исследования по актуальным проблемам развития и совершенствования процессов управления и информационного обеспечения орбитальных и наземных комплексов.

* * *

© Михайлов Б.Г., Петухов В.Е.,
Александров А.М.

ФГУП «НПО «ИМПУЛЬС» И ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

В нашей стране 24 апреля 1961 г. произошло событие, которое в потоке грандиозных событий, имевших место в то время у нас и за рубежом, казалось столь незначительным, что на него практически никто не обратил внимания. Но именно оно позднее оказало огромное и даже, в некотором смысле, решающее влияние на обеспечение стратегической безопасности нашей страны и мира во всем мире. Именно в этот день вышло Постановление Правительства РСФСР № 1862-РС об организации Опытного-конструкторского бюро в недрах Ленинградского политехнического института имени М.И. Калинина. Долгое время это Опытно-конструкторское бюро именовалось кратко: ОКБ ЛПИ; позже оно было преобразовано в научно-производственное объединение «ИМПУЛЬС», известное сегодня во всем мире.

То были годы, когда Советский Союз, благодаря огромному прогрессу в ракетной технике, стал пионером в области освоения космического пространства, создав первые искусственные спутники Земли и первым запустив человека в космос. Достижения в ракетной технике и технологиях заложили также основу для создания Ракетных войск стратегического назначения (РВСН), которые обеспечили надежную ракетно-ядерную защиту нашей страны. Эффективное управление такими сложными объектами было бы невозможно без использования достижений современных информационных технологий в области автоматизации управления. Для разработки таких технологий и создания систем автоматизированного управления сложными объектами и было организовано ОКБ ЛПИ.

ОКБ образовалось не на пустом месте. Еще в 1949 г. в Политехническом институте была создана не совсем обычная для того времени кафедра «Математические и счетно-решающие приборы и устройства», которую в 1952 г. возглавил профессор, доктор технических наук Тарас Николаевич Соколов. Под его руководством были выполнены научные, технические и конструкторские работы по созданию первых в стране оригинальных цифровых вычислительных машин (ЦВМ), на базе которых была создана система измерения траекторных параметров первых искусственных спутников Земли, а в дальнейшем и пилотируемых космических аппаратов. Триумфом этих работ было обеспечение полета первого космонавта Ю.А. Гагарина. (Очень интересная информация об этих и других пионерских работах была собрана В.С. Тарасовым и опубликована в его книге «Стремительный взлет: Становление и развитие научной школы профессора Т.Н. Соколова», вышедшей в свет в издательстве СПбГПУ в 1995 г.)

Одна из основных особенностей разработанных в Ленинградском политехническом институте ЦВМ состояла в том, что для их построения была использована оригинальная элементная база на основе ферритовых элементов, разработанная на кафедре. А главным преимуществом этой элементной базы была ее уникальная надежность. Устройства и системы, разработанные и изготовленные с ее применением, отличались

высокими надежностными показателями и успешно эксплуатировались в течение многих лет. Это обстоятельство явилось основой дальнейших успехов коллектива.

Другой составной частью успехов коллектива кафедры было активное привлечение к работам талантливой молодежи, студентов старших курсов и выпускников кафедры. Их молодой задор, талант, знания, дополненные энтузиазмом и самоотверженностью, вместе с опытом старших товарищей обеспечили претворение в жизнь результатов научно-технических исследований, полученных на кафедре.

На базе именно этого творческого коллектива, сформировавшегося в рамках проблемной лаборатории, и было организовано Опытно-конструкторское бюро Ленинградского политехнического института имени М.И. Калинина. Днем рождения ОКБ считается 26 декабря 1961 г., когда министр Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР утвердил «Положение об ОКБ ЛПИ имени М.И. Калинина», и был выпущен приказ № 1 руководителя и главного конструктора Т.Н. Соколова.

Все прошедшие годы ОКБ постоянно развивалось и совершенствовалось, адекватно реагируя на задачи, которые ставились перед ним. С течением времени предприятие превратилось из сравнительно небольшого на начальном этапе своей деятельности вузовского ОКБ в мощное Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное объединение «ИМПУЛЬС». А задачами, успешное выполнение которых служило мощным стимулом для развития предприятия, явились проблемы автоматизации управления только что родившимися Ракетными войсками стратегического назначения.

Именно создание АСУ РВСН нескольких поколений определило и определяет профиль предприятия. С точки зрения принципов технической реализации можно выделить два принципиальных этапа создания этих систем: системы, в основе которых лежат аппаратные методы построения звеньев на базе надёжных ферритовых элементов (60–70 гг. XX в.) и системы, в основе которых лежат аппаратно-программные методы построения звеньев на базе интегральных микросхем различной степени интеграции и программного обеспечения (80–90 гг. XX в. – начало XXI в.). На всех этапах создания каждого поколения системы проводились широкие системные исследования, в ходе которых был решен большой комплекс сложных научно-технических и организационных проблем. В результате сформировалась особая отечественная научно-техническая школа в области больших систем, многие результаты которой намного опередили свое время. Одним из «побочных» результатов этой школы, в частности, было несколько десятков кандидатских и докторских диссертаций, успешно защищённых сотрудниками предприятия.

Полученные исследователями и разработчиками решения обеспечили:

- практически абсолютную надежность системы;
- сохранение ее работоспособности при частичных отказах (свойство, которое в дальнейшем получит название «отказоустойчивость»);
- гарантированную защиту информации от различных воздействий;
- уникальные вероятностно-временные характеристики передачи информации;
- способность развития системы;
- высокие эксплуатационные характеристики системы.

Многолетняя эксплуатация систем показала высокую эффективность принятых технических решений. В течение всего срока непрерывной эксплуатации системы не было зафиксировано ни одного случая её отказа. Например, даже внезапное отключение центрального командного пункта (ЦКП) РВСН от сети электропитания (о таком факте сообщалось в СМИ) не привело к остановке управленческого звена, которое автоматически перешло на резервное электропитание с сохранением всей информации и вычислительного процесса.

К настоящему времени НПО «ИМПУЛЬС» совместно с кооперацией разработало и сдало в эксплуатацию несколько поколений автоматизированных систем управления стратегическими ядерными силами страны, обеспечивших надёжное управление этими силами, гарантирующими надёжный ракетно-ядерный щит страны. Полученные результаты ставят разработчиков АСУ РВСН в один ряд с разработчиками стратегических ракетных комплексов, эффективное управление которыми оказалось возможным лишь с помощью указанной системы.

За заслуги в создании, освоении производства этих систем предприятие награждено орденом Трудового Красного Знамени, Тарасу Николаевичу Соколову было присвоено звание Героя Социалистического труда; около 500 сотрудников предприятия награждены орденами и медалями, некоторые из них стали Лауреатами Ленинской и Государственной премий. Много интересных сведений об истории, становлении и сегодняшнем дне предприятия собрано в выпущенных в свет издательством СПбГПУ публикациях: Петухов В.Е., Жуков В.А. и др. «К истории становления «ядерной кнопки» России» (2003); Яшин А.М., Жуков В.А. «АСУ ракетных войск – дитя ОКБ Ленинградского политехнического института» (2006).

Накопленный научно-технический потенциал НПО «Импульс» успешно использовался для выполнения работ не только в интересах Министерства обороны страны. В разные годы коллектив объединения активно участвовал в решении задач и для других отраслей народного хозяйства, в достаточно крупных размерах развернул конверсионную деятельность. В настоящее время НПО «ИМПУЛЬС» включает в себя ОКБ, в котором работает большой коллектив высококвалифицированных специалистов в области информационных технологий; опытный завод, способный выпускать продукцию по полному циклу производства; стендовое оборудование; современную вычислительную технику и другое оборудование. Деятельность предприятия охватывает сегодня широкий круг научно-технических исследований в области автоматизированных систем управления различными объектами, разработку и реализацию системных проектов, технических средств и программного обеспечения, испытания и ввод оборудования в эксплуатацию, авторский и гарантийный надзор (На рубеже тысячелетия или «Импульс» вчера, сегодня, завтра / Ред. Михайлов Б.Г., Шпагин С.В., Петухов В.Е. СПб., 2001).

Отличительной особенностью объединения являются создаваемые им оригинальные системные, технические и программные решения, обеспечивающие уникальную надёжность и безопасность функционирования территориально-распределённых информационных и управляющих систем, их высокие вероятностно-временные характеристики и эксплуатационные показатели. Накопленный десятилетиями на предприятии опыт разработок привёл к созданию собственной технологии разработки систем, обеспечивающей максимальную унификацию системных аппаратных и программных средств.

Сегодня НПО «ИМПУЛЬС» – одно из немногих государственных предприятий, которое в сложных социально-экономических условиях остаётся ведущим в области создания глобальных информационных и управляющих систем.

* * *

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОАО «НПП «РАДАР ммс»

В зарубежном науковедении уже давно используется очень хорошее понятие невидимый (виртуальный) колледж или университет, объединяющий разнесенных во времени и по пространству специалистов, связанных единой исследовательской программой. Чаще всего, в качестве объединяющего начала для такого колледжа выступают какое-либо авторитетное научное периодическое издание или яркие специалисты – основатели соответствующих научных школ и школ-разработчиков. Организаторы подготовки настоящего сборника попросили написать историю разработок и исследований, выполненных в рамках исследований по кибернетике, проводимых на предприятиях, которые имели отношение к нынешней холдинговой компании «Ленинец». Задача эта для меня – заместителя Генерального директора по научной работе Открытого акционерного общества «Научно-производственное предприятие «РАДАР ммс» (ОАО «НПП «РАДАР ммс»), насчитывающего сегодня около 1500 человек и успешно функционирующего в наше непростое для «оборонки» время – не подъемна, если требовать полного освещения соответствующих событий. Нет просто тех временных ресурсов, которые требуются на проведение такого серьезного исторического исследования, а, кроме того, разрушительные для отечественного оборонного комплекса пертурбации, свершившиеся с ним за последнее время, практически исключили сегодня всякую возможность работы с когда-то закрытыми (причем, очень!) материалами, сопровождавшими проведение разработок в то время, когда мир в военном отношении был двуполярным. А в том, что мы тогда могли успешно парировать вызовы в гонке вооружений, не последнюю роль сыграла отечественная кибернетика.

И вот тогда я и вспомнил о виртуальном колледже, в опять же виртуальных «стенах» которого я фактически все свои зрелые годы работал, в том числе и в «Ленинце». Этот колледж формировался, конечно, всей мировой кибернетикой. Естественно, «Введение в кибернетику» У. Росс Эшби, сборник статей К. Шеннона «Работы по теории информации и кибернетике» и многие другие «импортные» книги и статьи (особенно в «Кибернетическом сборнике» старой и новой серии) были многими из нашего поколения прочитаны от корки до корки, да еще и по нескольку раз. Конечно, мы знали, что делалось в то время в ведущих научных школах по кибернетике Москвы, Киева, Минска, Томска, Новосибирска, Риги и других городов поистине необъятной тогда нашей страны. Однако, учитывая тематику настоящего издания, придется сузить пространство виртуального колледжа до Ленинграда–Санкт-Петербурга. (Автор убежден, что петербургская наука как общественный феномен имеет очень привлекательную специфику.¹) Речь в настоящей статье пойдет только о тех его «подразделениях» и о том сопутствующем его существованию информационном пространстве (из материалов статьи будет видно, что ОАО «НПП «РАДАР ммс» стремится быть далеко не последним на «кибернетическом» информационном пространстве), с которыми имен-

¹ Сарычев В.А. Станет ли петербургская наука петербургской // Труды Санкт-Петербургской инженерной Академии. Вып. 1. СПб, 1996.

но я в процессе своей трудовой деятельности взаимодействовал. Итак, к величайшему моему сожалению, вместо серьезного исторического, очень нужного нашей стране да и мировой кибернетической науке, исследования, получатся всего лишь воспоминания, априори страдающие субъективизмом в отношении отбора материала и источников. Вместе с тем, я попытаюсь в рамках доступных мне материалов все-таки провести мало-мальски серьезный и объективный анализ полученных «вокруг меня» результатов кибернетических исследований, а также значимых, на мой взгляд, публикаций в этой области. Дабы не перегружать изложение, буду стараться, по-возможности, не касаться деятельности тех учреждений кибернетического профиля, история которых, наверняка, будет серьезно представлена в настоящем издании, включая, конечно, прежде всего вузы нашего города.

Начну с «кибернетического» анализа предприятия ОАО «НПП «РАДАР ммс», на котором я сейчас работаю и которое долгое время до 2000 г. было одним из подразделений холдинговой компании «Ленинец». Подробные исторические материалы о предприятии можно найти в двух томах подготовленного к его 55-летию юбилейного издания (вышло в свет под редакцией Генерального директора – Генерального конструктора предприятия Г.В. Анцева), а также почерпнуть из ряда публикаций в других изданиях.²

ОАО «НПП «РАДАР ммс» ведет свое начало с 1950 г., когда 17 января Приказом МПСС на основании Постановления Совета Министров СССР от 11 января 1950 г. было организовано ОКБ-275. Задачей этого вновь созданного ОКБ было доведение до серийного производства систем ближней навигации и слепой посадки самолетов, а также монтаж и наладка указанных радиосистем на гражданских и военных аэродромах СССР и зарубежных стран, куда поставлялись отечественные самолеты. Вся эта продукция была характерной в те годы при реализации результатов, полученных в рамках кибернетических исследований.

В период с 1950 по 1970 г. были смонтированы, построены и введены в эксплуатацию свыше 155 систем слепой посадки на аэродромах СССР и зарубежных стран. Опыт массовой эксплуатации систем слепой посадки самолетов позволил осуществить разработку наземных систем нового поколения, таких как «Корректор», «Кросс», «Нефрит», «Нефрит-М» «ИП-3Г-4», «КПК-3». Эти системы серийно выпускались на заводе «Россия» в Ленинграде. Внедрение этих систем посадки в эксплуатацию обеспечило автоматическую стабилизацию положения и ширины зон глиссадного и курсового радиомаяков, автоматическое переключение основного работающего комплекта радиомаяка на запасной при аварии, соответствующую индикацию и управление с командного диспетчерского пункта, работу радиомаяков без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

За период с 1953 по 1964 г. на предприятии разрабатывались также автоматические УКВ радиопеленгаторы различного назначения, которые были размещены на всех гражданских и военных аэродромах СССР. В этот же период в ОКБ была разработана и аппаратура документирования, контроля и тренажа для автоматизированных систем управления командных пунктов, а также ряд автоматизированных пультов контроля бортового оборудования для различных типов летательных аппаратов.

Вплоть до 1988 г. основной номенклатурой продукции ОКБ и тех предприятий, для которых ОКБ было «системообразующим» в процессе проведения всевозможных реорганизаций, являлись автоматизированные системы контроля (АСК), причем, как наземных (НАСК), так и бортовых (БАСК) комплексов. Для НАСК «Готовность», «Плутон» была разработана специализированная помехоустойчивая ЭВМ и унифици-

² 55 лет на службе Отечеству и По пути прогресса – к новым достижениям. СПб.: ОАО «НПП «РАДАР ммс», 2005.

рованный набор низкочастотных и высокочастотных автоматических измерительных и стимулирующих устройств. С помощью АСК «Дон», например, проводился контроль и регламентные работы крылатой ракеты. Затем были «Уран-Т», «НАСК 1-1», «Готовность-1» и «НАСК-1-3». Подобные канонические для кибернетики разработки впоследствии были продолжены в «Ленинце», где были созданы «БАСК-124МУ» – бортовой информационной системы «БИС-70» для среднего транспортного самолета АН-70, «БАСК-124» и «БАСК-225» для транспортных самолетов АН-124 и АН-225. Сформированный научно-технический задел позволил впоследствии создать также систему контроля за работой АЭС. В последние годы в ОАО «НПП «РАДАР ммс» создание систем самонаведения для высокоточного оружия всегда сопровождается разработкой и изготовлением соответствующей системы контроля, в том числе, в сигнальном «исполнении» имитирующей полет.

В целом, названные работы находились в русле развития радиоэлектроники. Благодаря микроминиатюризации и внедрению процессорной и микропроцессорной техники системы контроля становились более компактными (в смысле комплексирования, когда одна система «поглощала» в своей структуре большое число прежде самостоятельных устройств) и более унифицированными. Росла степень глубины контроля, принятие решений базировалось все больше на технологиях искусственного интеллекта, причем исходные данные для контроля получались при «обследовании» информационного канала в целом у контролируемой системы. Последнее обстоятельство и накопленный научно-технический задел заставили «Ленинец», а в наши дни и ОАО «НПП «РАДАР ммс» развертывать мощные комплексы для проведения разнообразных испытаний и проверок создаваемых радиоэлектронных информационных комплексов и систем. По существу, основные трудности при создании автоматизированных систем контроля состояли тогда, как раз в плоскости практической реализации «в железе и алгоритмах» идей кибернетики. Самым тяжелым было решение организационных задач, поскольку контрольная аппаратура создавалась несколькими организациями параллельно с основными разработками соответствующих изделий, а, кроме того, требовалось в единое целое сопрячь аппаратуру, созданную в различных организациях той огромной страны. К сожалению, опыт создания подобных систем автоматизированного контроля, успешно и долгое время эксплуатировавшихся в нашей стране и за рубежом, никак не зафиксирован «монографически» прежде всего, поскольку тогда контролируемая авионика (защищаемая определенными службами от чрезмерного любопытства) и соответствующая АСК представляли по существу неразрывное целое. Однако в те годы *«АСКи породили достаточно большое число успешно защищенных кандидатских диссертаций».*

В 1972 г. предприятие, правопреемником которого, является ОАО «НПП «РАДАР ммс», решением Министерства радиопромышленности было введено в состав института, ныне головного предприятия холдинговой компании «Ленинец». Поскольку на долгие годы история этого предприятия была тесно связана с объединением «Ленинец», более того, ОАО «НПП «РАДАР ммс» себя во многом считает продолжателем славной истории этого объединения, то рассмотрим теперь историю ОАО также с «кибернетических позиций». Здесь будут использованы материалы публикаций авторов Н.А. Кочешкова и А.А. Турчака, в частности, их книга «Очерки по истории холдинговой компании «Ленинец» (СПб., 2001).

Предприятия, вошедшие впоследствии в холдинговую компанию «Ленинец», переориентировались на радиолокационный профиль в соответствии со знаменитым Постановлением Государственного комитета обороны СССР (ГОКО) от 4 июля 1943 г. «О создании Совета по радиолокации при ГОКО». С образованием этого Совета была выработана стратегическая линия в области разработки радиолокационной техники для всех видов Вооруженных Сил страны. В промышленности для реализации

Постановления началось создание или перепрофилирование заводов, КБ и научно-исследовательских институтов. Именно в это время родились в Москве институты под известными теперь названиями НИИ-17, ЦНИИ-108, КБ-1 и другие, сыгравшие весьма значительную роль в развитии радиолокации в стране. Воплощение некоторых разработок таких институтов «в серию» положили начало деятельности заводов, вошедших потом в «Ленинец» как именно радиолокационных предприятий.

В рамках реализации названного Постановления ГОКО были созданы заводы, которые стали в будущем базовыми для «Ленинца», и при образовании холдинговой компании имели названия «Ленинец», «Радиоприбор» и «Новатор». При каждом из этих заводов существовали ОКБ, задачей которых вначале было сопровождение разработок радиолокационной техники, передаваемой на заводы для серийного изготовления. В 1959 г. на базе ОКБ этих заводов был создан научно-исследовательский институт радиоэлектроники, который загрузил их своими самостоятельными разработками.

К концу 50-х гг. в оснащении ВВС страны наступил новый этап, связанный с дальнейшим развитием реактивной авиации и вооружением ее ракетами различного назначения и дальности действия. Это потребовало создания более совершенных бортовых радиоэлектронных комплексов и систем для дозвуковых, и особенно сверхзвуковых самолетов различного назначения, с возложением на такие комплексы все более сложных задач. Понятно с высоты сегодняшнего дня, что без кибернетического обеспечения бортовые радиолокационные системы никогда бы не смогли выполнить стоящие перед военной авиацией задачи. Фактически вся история «Ленинца» как радиолокационной фирмы состояла как раз в кибернетизации авиационных радиолокационных систем, а сегодня еще и в оснащении их искусственным интеллектом. На конец прошлого века холдинговая компания вела разработки авионики в интересах всех основных авиационных фирм страны. Радиоэлектронные, радионавигационные и радиолокационные комплексы и системы, разработанные компанией, размещались практически на всех отечественных гражданских и военных самолетах. Кроме того, разработки радиоэлектронных систем и комплексов велись и ведутся в интересах вертолетных и других фирм.

Компания «Ленинец» является сегодня также головным предприятием по созданию гиперзвуковых авиационных и космических систем. Практически любой обзор военной радиоэлектроники содержит сведения об изделиях предприятий, вошедших или находившихся в составе холдинговой компании, что говорит о правильности курса развития, определенного Постановлением ГОКО от 1943 г.

Вся многолетняя очень плодотворная деятельность предприятий, впоследствии объединившихся в холдинговую компанию «Ленинец», и самой этой компании говорит о том, что за последние 60 лет в нашей стране созрело мощное направление радиоэлектроники – радиолокационной кибернетики. Правда, такого названия нет в научно-технических публикациях – оно фактически растворилось в названии «радиолокационная системотехника». Такая замена слова кибернетика на системотехнику или системологию в названии той или иной синтетической научной дисциплины является весьма характерной, если только основные трудности в реализации полученных результатов связаны с воплощением кибернетической системы «в железе» (но – экономическая кибернетика, медицинская кибернетика и т. п.).

Наверное, все-таки не случайно история распорядилась так, что у истоков отечественной радиолокации стоял ученый, по существу еще и создатель отечественной кибернетики, ее преданный апологет – академик АН СССР, инженер-адмирал, Герой Социалистического труда, Лауреат Золотой медали имени А.С. Попова Аксель Иванович Берг.

Следуя логике члена-корреспондента АН СССР С.М. Рытова (который в отношении также синтетической науки радиофизики выделил два направления сформирован-

ной им научной дисциплины – «радио для физики» и «физика для радио»³), в радиолокационной кибернетике можно также определить два направления – «кибернетика для радиолокации» и «радиолокация для кибернетики». В рамках этой дихотомии и будут в этой статье классифицироваться выполненные в холдинговой компании «Ленинец» и в ОАО «НПП «РАДАР ммс» исследования и разработки по радиолокационной кибернетике (системотехнике или системологии).

Напомню также, что отечественная радиолокация зарождалась именно в Ленинграде. Первоначально радиолокация как научная идея была сформулирована академиком Абрамом Федоровичем Иоффе. В начале 30-х гг., работая в Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ) – знаменитом физтехе – А.Ф. Иоффе сумел организовать научную разработку и реализацию идеи импульсной радиолокации. Эти идеи было выдвинуты в 1932 г. научным сотрудником Ленинградского электрофизического института П.К. Ощепковым. Идея овладела военными, и 16 января 1934 г. в ЛФТИ под председательством А.Ф. Иоффе состоялось совещание, на котором представители ПВО РККА поставили задачу обнаружения самолетов на высотах до 10 км и дальности до 50 км в любое время суток и любых погодных условиях. К исследованию была привлечена небольшая группа специалистов. В их число входили член-корреспондент АН СССР Дмитрий Апполинариевич Рожанский и будущий академик АН СССР Юрий Борисович Кобзарев, получившие за свои выполненные исследования только что введенную тогда Сталинскую премию. И уже в 1936 г. было начато оснащение советских Вооруженных Сил импульсными радиолокаторами. Успех ленинградских физиков позволил нашей оборонной промышленности в 1936–1938 гг. наладить выпуск первых радиолокаторов, не отставая в этом от своих конкурентов в Германии, США и Великобритании. Созданная под руководством Ю.Б. Кобзарева в 1939 г. по заказу ПВО импульсная РЛС «РЕДУТ» была успешно испытана под Севастополем и летом 1940 г. принята на вооружение войск ПВО. Станция получила название радиопульта самолетов (РУС). ВМФ в апреле 1940 г. выдал задание на разработку ее корабельного варианта «РЕДУТ-К», единственный экземпляр которой был изготовлен к началу Великой Отечественной войны и установлен на крейсере «Молотов». Войну наша страна встретила с несколькими РЛС «РУС-1» и «РУС-2» и этой корабельной станцией. В массовом количестве радиолокаторы (радары) появились в 40-х гг. и обязаны своему появлению военным, прежде всего авиации и морскому флоту, и далеко не последнюю роль в таком массовом появлении сыграли предприятия «Ленинца».

Вплоть до 1960 г. в нашей стране был период создания собственной радиолокационной индустрии, как впрочем, и кибернетики. В этот период развития очень трудно в выполненных разработках выделять два отмеченных выше направления «кибернетика для радиолокации» и «радиолокация для кибернетики». Имевшаяся компонентная база и достигнутый уровень радиоэлектроники не позволяли тогда в рамках радиолокационных систем проявляться структурно независимо кибернетике и радиолокации, да и роль программного обеспечения еще тогда всерьез не проявлялась. Радиолокационная специфика полностью определяла тогда проблематику и характер задействованных приложений кибернетики – было достаточно трудно разглядеть в тех или иных реализуемых в радиолокационной системе процедурах собственно «кибернетический фундамент». Однако сами созданные радиолокационные системы сразу же без каких-либо натяжек могли называться каноническими объектами кибернетики. Так, в этот период предприятиями, впоследствии объединенными в холдинговую компанию «Ленинец», были созданы бомбоприцел «РБП-4» (Главный конструктор Лауреат Сталинской премии В.С. Дехтярев); радиолокационно-оптическая навигационно-бомбардировочная система «Рубин» (Главный конструктор впоследствии Лауреат Ленинской премии

³ Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Ч. 1. Случайные процессы. М.: Наука, 1976.

и дважды Лауреат Сталинской премии В.И. Смирнов); радиолокационная система управления ракетами класса воздух-поверхность «Рубикон» (Главные конструктора В.И. Смирнов и Лауреат Ленинской и Государственной премий А.Н. Амромин); радиовзрыватели «Е-801» и «Е-802» (Главные конструкторы В.С. Дехтярев и впоследствии Герой Социалистического труда А.М. Громов); радиолокационная система тактического бомбометания «Сигнал» для самолетов фронтовой авиации (Главный конструктор Лауреат Сталинской премии В.С. Шунейко); радиолокационная система точного бомбометания «Лотос» для самолетов фронтовой авиации (Главный конструктор В.А. Гудков); семейство радиолокационных станций предупреждения столкновений и навигации РПСН «Эмблема» для самолетов гражданской и транспортной авиации (Главный конструктор впоследствии Герой Социалистического труда, Лауреат Государственной премии В.Л. Коблов); система тактического бомбометания «Сигнал» (Главный конструктор В.С. Шунейко); пассивные радиолокационные системы наведения воздух-воздух «РГС-7» и «РГС-8» (Главный конструктор Н.И. Маркелов). Конечно, кроме таких «кибернетических» радиосредств, на предприятиях в те годы создавались и классические радиолокационные системы (РЛС), которые входили в контур управления летательным аппаратом (самолетом или вертолетом), а также его оружием.

Хочется обратить внимание на тот факт, как щедро в то и в последующее время советское государство награждало работников оборонного комплекса, тем более, что Сталинские, Государственные и Ленинские премии сопровождалось, как правило, награждениями других участников разработок орденами и медалями. Такую практику оценки инженерного труда следует только всячески приветствовать. Если мы не можем сегодня в должной мере и правильно финансировать науку, то нужно, по крайней мере, повышать ее престиж, что не требует мощных капиталовложений. Необходимо, чтобы власть столь же полюбила научных работников и инженеров, как она сегодня обхаживает работников искусства и политиков. Очень умиляет нынешнее внимание властей к артистам, которые когда-то много лет назад снялись несколько раз в кино, к деятелям шоу-бизнеса, к политикам, но почему-то успешно работающие сегодня ученые, руководители производства фактически выпадают из «наградной обоймы». И уж, конечно, ведущий работник оборонного комплекса должен хоть как-то приблизиться к пенсионному обслуживанию госслужащих. Может быть, хоть это остановит сегодняшнюю фактически безудержную штамповку государством лиц с учеными степенями и званиями из среды чиновников и бизнесменов, когда их ежегодный «прирост» стал выше, чем в советские времена, когда отечественная наука реально развивалась и активно поддерживалась.

В те годы в Ленинграде одна из влиятельных научных школ по радиолокации, действующая причем именно на стыке с кибернетикой (в рамках отмеченного выше направления «кибернетика для радиолокации»), очень успешно функционировала в Военной инженерной краснознаменной академии им. А.Ф. Можайского. Указанный кибернетический характер обусловлен был тем, что ее создатели и апологеты в это время активно участвовали в разработке соответствующего радиолокационного обеспечения для авиации. Такие ученые «Можайки» как В.Е. Дулевич, А.А. Коростелев, Ю.А. Мельник, С.Г. Зубкович и другие неоднократно упоминаются в числе равноправных создателей тех или иных образцов военной техники. Венцом их деятельности стали книги, у которых и сегодня очень высокий индекс цитируемости. Это прежде всего вышедшие в свет в московском издательстве «Советское радио» работы: «Радиолокационные станции с синтетизированной антенной» Н.И. Буренина (1972); «Теоретические основы радиолокации» под редакцией В.Е. Дулевича (1978); «Космические траектории измерения» Агаджанова П.А., Дулевича В.Е. и Коростелева А.А. (1986); «Пространственно-временная теория радиосистем» А.А. Коростелева (1987) и «Радиолокационные мето-

ды исследования Земли» под редакцией Ю.А. Мельника (1980). Лидером этой школы В.Е. Дулевичем была сделана интересная попытка непосредственно вовлечь теорию информации в анализ радиолокационного канала; в 1970 г. в издательстве ЛВИКА им. А.Ф. Можайского вышла его монография «Информационные свойства радиолокационных систем». А один из ярких представителей школы Н.Ф. Клюев на несколько лет опередил западных ученых в создании технологии цифровой обработки и фильтрации. Его работа «Обнаружение импульсных сигналов с помощью накопителей дискретного действия» впервые была опубликована еще в 1963 г.

В 1984 г. А.В. Петровым и А.А. Яковлевым в рамках этой радиолокационной школы была выпущена сугубо кибернетическая книга: «Анализ и синтез радиотехнических комплексов» (М.: Радио и связь), в которой сделана интересная попытка, отталкиваясь от опыта создания радиолокационных систем, распространить его на любые сложные радиоэлектронные комплексы (усилие в рамках направления «радиолокация кибернетике»).

Сегодня кафедра радиолокации Академии трансформировалась в кафедру космической радиолокации и радионавигации, она стала проводником космических технологий для управления войсками. Для проведения занятий со слушателями в этой Академии запущена система спутников «Можаяец». Здесь видится полная преемственность с «космической» деятельностью основателей этой кафедры и соответственно школы по радиолокации.

Многие работники «Ленинца» – выходцы из «Можайки». Я убежден, что в настоящей книге будут обязательно специальные материалы, отражающие вклад ученых Академии, ныне Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, в развитие отечественной кибернетики, а потому здесь речь идет только о радиолокационном направлении.

Кроме этой научной школы, с предприятиями «Ленинца» очень активно сотрудничала другая научная школа по радиолокации – московская ВВИА им. Н.Е. Жуковского, возглавляемая лауреатом Государственной премии, Заслуженным деятелем науки и техники, генерал-майором авиации, одним из изобретателей синтезированного антенного раскрытия Г.С. Кондратенковым. Упоминание московской Академии в этой принципиально «питерской» статье связано с тем, что ОАО «НПП «РАДАР ммс» сегодня имеет в этой Академии функциональное подразделение, где работает Геннадий Степанович со своими учениками.

Работы школы Г.С. Кондратенкова и ОАО НПП «РАДАР ммс» позволяют сделать вывод о том, что направление «кибернетика для радиолокации», ориентирующееся на использование для задач управления только кинематической (координатной) информации о радиолокационных целях, достигло сегодня пика своего развития. Здесь под кинематическими (то есть связанными с движением) характеристиками объектов наблюдения понимаются: факт наличия цели, ее дальность, угловые координаты, угловые и линейные скорости и ускорения. Этим характеристикам противопоставляются некинематические, связанные с оцениванием типа, класса объекта, его размеров, электрофизических свойств поверхности, структурных свойств, динамики движения составляющих распределенной цели, степени опасности и т. п.

Из питерских вузовских кибернетических научных школ хотелось бы специально отметить те из них, которые в указанном виртуальном университете радиолокационной кибернетики были математическими «институтами». Начать хотелось бы с влиятельной научной школы члена-корреспондента РАН В.А. Якубовича (автора леммы Якубовича – Калмана) по адаптивным системам. Хочется также отметить, что один из представителей этой школы А.Л. Фрадков делает сегодня очень большое и нужное дело – организует Санкт-Петербургские олимпиады для школьников по кибернетике. Конкретные научные результаты этой научной школы позволили выделить класс

адаптивных систем из систем, которые относятся к канонической прерогативе теории автоматического управления и, вообще говоря, должны были остановить рассуждения типа «адаптация – это приспособление системы к изменяющимся внешним условиям». К несомненным достоинствам этой научной школы следует отнести пропаганду дискретных методов описания кибернетических систем – все публикации этой школы изначально были «цифровыми».

Направление систем автоматического управления и адаптивных систем (как в формулировке В.А. Якубовича, так и в «расширительном» смысле) долгое время имело достаточное большое число апологетов в Ленинграде.

Научно-исследовательский институт «Ленинца» в конце 70-х гг. очень заинтересовался работами ЛИАПа (ныне ГУАП) по пространственно-временной фильтрации, обеспечивающей помехозащищенность РЛС при комбинированном действии на нее источников помех. Для внедрения соответствующих результатов, полученных в рамках научной школы тогдашнего ректора института А.П. Лукошкина, на территории ЛИАПа была создана межотраслевая лаборатория от «Ленинца». Впоследствии директором института В.А. Потехиным, ученым секретарем «Ленинца» Г.Х. Бурдо и заведующим аспирантурой М.И. Селяковым вокруг этой лаборатории была создана комплексная система подготовки научных и инженерных кадров, включавшая, кроме самой этой лаборатории, диссертационный совет по присуждению степеней доктора и кандидата наук, докторантуру и аспирантуру, базовые кафедры в вузах, школы физико-математического профиля, Дом пионеров Московского района. Уже тогда на «Ленинце» понимали необходимость участия промышленных предприятий в подготовке для себя кадров, причем начиная со средней школы.

Именно в рамках этой комплексной системы подготовки кадров была начата подготовка для «Ленинца» инженеров-программистов. Хочется также отметить, что в последнее время стараниями уже Государственного электротехнического университета (СПбЭТУ) была обнаружена преемственность технологий, использующих нейронные сети, с методами пространственно-временной фильтрации. Кроме того, в том же университете удалось увидеть в алгоритмах дискретного и быстрого преобразований Фурье технологии нейронных сетей.

Разработчики сложных информационных систем прекрасно знают научную школу А.С. Шалыгина и Ю.И. Палагина, уже долгие годы занимающуюся моделированием многомерных сигналов и полей. Результаты, полученные этой научной школой, успешно использовались в холдинговой компании «Ленинец» и в ОАО «НПП «РАДАР ммс» при имитационном моделировании радиолокационного канала, формируемого подвижным носителем РЛС.

Создание как теории, так и систем радиовидения, проходило при непосредственном участии специалистов «Ленинца» и ОАО «НПП «РАДАР ммс». Своими многочисленными публикациями, как бы мы сейчас сказали, в ВАКовских изданиях и яркими выступлениями на научно-технических конференциях высокого уровня запомнились специалисты по радиовидению Б.Я. Фриде и Б.С. Муша. Если первый занимался исследованиями в рамках традиционного «фурьевского» направления синтеза антенного раскрытия, то второй пошел по совершенно оригинальному пути. Б.С. Муш представил процедуру синтеза антенного раскрытия как получение в рамках некорректно поставленной задачи А.Н. Тихонова оценки функции отражающей (рассеивающей) поверхности из соответствующего интегрального уравнения. Трагедией их жизни было то, что им не удалось дожить до торжества цифровых технологий обработки радиолокационной информации. Свои результаты они проверяли на принципиально аналоговой технике с записью сигналов на аналоговых носителях и очень долго обрабатывали полученные результаты в лабораторных условиях. Здесь, к сожалению, не подспело развиваться должным образом (как сейчас) направление «кибернетика для

радиолокации», точнее «инфология для радиолокации» со своими мощными процессорами, объединенными через соответствующие интерфейсы в высокопроизводительную архитектуру. Сколько бы они тогда смогли сделать для радиолокационной науки при их замечательной инженерной интуиции и работоспособности! Однако им, подвизникам радиовидения, все равно удавалось уверенно получать значительное улучшение разрешающей способности по азимуту из-за эффектов синхронизации.

Как уже отмечалось, начиналось создание систем радиовидения на «Ленинце» с работ В.М. Глушкова. В 1965 г. возглавляемый им коллектив приступил к созданию когерентной радиолокационной станции бокового обзора с вдольфюзеляжной антенной большого размера. Созданные системы «Торос» и «Игла» нашли применение для решения широкого спектра народно-хозяйственных задач – от оборонных до сельскохозяйственных. РЛС «Торос», устанавливаемые на самолетах АН-24, осуществляли ледовую разведку и использовались для проведения судов в Арктике, а также для геологического картирования месторождений.

Здесь только что прозвучала мысль, что благодаря очень продуктивной деятельности В.М. Глушкова на долгие годы холдинговая компания, а теперь и ОАО «НПП «РАДАР ммс» оказались связанными с ледовой разведкой, а значит, с Арктическим и Антарктическим научно-исследовательским институтом (АНИИ). Хотелось бы коротко осветить кибернетическую деятельность этого прославленного института. Прежде всего, в этом институте член-корреспондент АН СССР В.В. Богородский основал мощную, признанную во всем мире научную школу радиолокационного мониторинга Арктики и Антарктики. Была разработана и внедрена автоматизированная ледово-информационная система Арктики, предназначенная для сбора, обработки, анализа и обобщения натурной информации о состоянии ледового покрова Северного Ледовитого океана и обеспечения информацией, прогнозами и расчетами широкого круга потребителей – от отдельного судна до министерства. Разработана и реализована концепция создания сети геофизического мониторинга в Арктике на базе новейших технических и компьютерных достижений.

Сегодня, с целью обеспечения изыскательских и добывающих компаний, работающих на арктическом шельфе, в АНИИ организована и функционирует лаборатория «Арктик-шельф». Исследования АНИИ базируются на обширных массивах комплексных данных наблюдений за льдом, океаном, атмосферой, геофизическими и другими процессами, накопленными за многие десятилетия. Эти данные организованы в виде автоматизированных справочных систем, баз натурных данных, математических и физико-статистических моделей природных процессов, прогнозов и расчета состояния и изменения природных сред, научно-прикладных пособий (атласов, справочников и др.). В АНИИ функционирует центр полярной медицины (с элементами телемедицины).

Вернемся к рассмотрению достижений научной школы В.М. Глушкова. Комплекс радиолокационного оборудования «Игла», кроме РЛС бокового обзора, включал средства радиотехнической и фоторазведки, сопряженные с навигационным оборудованием самолета. Как и «Торос», комплекс «Игла» позволял получать детальное радиолокационное изображение, по качеству близкое к аэрофотосъемке в любых метеоусловиях, но мог еще вести радиотехническую разведку и аэрофотосъемку. Затем было разработано семейство обзорно-прицельных систем с автоматизированной контрольно-проверочной аппаратурой «Обзор» для ряда военных самолетов. За создание одной из систем этого семейства Главным конструктором Е.Ф. Бочаров, И.Г. Петров, Л.Т. Михеев и В.И. Тимофеев были удостоены Государственной премии СССР. Был также создан комплекс «Нить-К», состоящий из РЛС бокового обзора «Нить», устанавливаемой на самолете ледовой разведки АН-24Н и корабельной аппаратуры «Нить-4», дислоцированной на атомных ледоколах. Помимо ледовой разведки, РЛС «Нить» могла быть

использована для контроля и оценки состояния сельскохозяйственных угодий, исследования природных ресурсов, мониторинга окружающей среды и т.п., для чего был оборудован самолет ТУ-134СХ. За «Горос», «Иглу» и «Нить» Главный конструктор В.М. Глушков и С.Е. Конторов были удостоены Государственной премии. В дальнейшем работы по созданию мониторинговых авиационных систем вместе с ядром коллектива разработчиков во главе с Главным конструктором В.Г. Елфимовым были перемещены в ОАО «НПП «РАДАР ммс».

На путях комплексирования разнообразных информационных систем в единый комплекс управления следует отметить достижения очень высокой пробы у СКБ, входившего тогда в «Ленинец» и руководимого В.Л. Кобловым. За достаточно короткое время были созданы прицельно-навигационные пилотажные комплексы «Купол-22» для самолета АН-22 «Антей» и «Купол-76» для самолета ИЛ-76. В процессе создания этих комплексов была разработана идеология решения навигационных, а также задач воздушного десантирования грузов и людей применительно к требованиям выполнения полетов самолетами военно-транспортной авиации. Эти требования существенно отличаются от условий полета самолетов гражданской авиации, которые выполняют свои полеты по строго установленным трассам с навигационной поддержкой и управлением с земли системой УВД. Для самолетов военно-транспортной авиации требуется автономное выполнение полетов с минимальным взаимодействием с землей. Создание таких комплексов было тогда, да и сейчас, сложной научно-технической задачей, требующей разработки ряда сложных радиолокационных, вычислительных и других систем и устройств. Эти разработки дали «Ленинцу» сразу семь лауреатов Государственной премии: Р.Ю. Багдонаса, А.Н. Иванова, Е.М. Ляховича, В.А. Малышева, С.С. Челпанова и Л.Н. Янковского. В постперестроечное время продолжалась модернизация прицельно-навигационного пилотажного комплекса для самолетов военно-транспортной авиации, а также положено начало их модификации для коммерческих авиационных компаний России и компаний зарубежных стран.

Создание «Куполов» соответствовало тому периоду развития радиолокационной кибернетики, когда в структуре радиолокационных систем и обслуживаемых ими комплексов управления авиационным средством и его вооружением радиолокация и кибернетика стали «расходиться». Начали выделяться как самостоятельные компоненты структуры комплексов процессоры сигналов и данных, создатели радиолокационной техники стали «вовсю программировать» и в полной мере почувствовали, что теперь большую часть времени, затрачиваемого на разработку РЛС, занимает именно программное обеспечение. В это время ВВС стали оснащаться реактивной авиацией, вооруженной ракетами различного назначения и дальности действия. Это как раз и потребовало создания мощных бортовых радиоэлектронных комплексов и систем как для дозвуковых, так и сверхзвуковых самолетов различного назначения, действующих в реальных условиях со сложной метеобстановкой, в любое время суток и при радиопротиводействии.

В 1956 г. в институте была организована специальная лаборатория, созданная для эмигрировавших из США через Чехословакию специалистов по микроэлектронике Ф.Г. Староса и И.В. Берга. В последнее время жизнь этих выдающихся ученых и инженеров, ставших лауреатами Государственной премии СССР, получила после публикации книги Д. Гранина «Бегство в Россию» (Новый мир, № 7-9, 1994) достаточно широкое освещение в СМИ. Хочу только дополнить эти материалы следующими сведениями. В упоминавшемся выше сборнике «По пути прогресса – к новым достижениям» имеется статья Т.С. Егоровой «Как это было». Она там вспоминает: «В 1956 г. на предприятии прошел слух, что у нас появились 2 иностранца, фамилии их были Ф.Г. Старос и И.В. Берг, которые создают какой-то сверхсекретный отдел, и они объявляют конкурс для отбора сотрудников на работу. К этому времени напротив

завода был построен корпус, половину которого заняли столовая и клуб, а другую, с отдельным входом, отдали новому подразделению. Среди моих друзей многие проходили отборочный конкурс: примерно из 10-ти человек отбирались двое. Удивлял характер вопросов, задаваемых конкурсантам. Это не были вопросы, раскрывающие техническую эрудицию, а очень, я бы сказала, приземленные вопросы типа: умеете ли вы вышивать, а если да, то каким способом: гладью или по канве (для девушек), или умеете ли вы выпиливать по дереву (для молодых людей). Я не пошла на этот конкурс: мне моя работа нравилась, что меня ждет на новой работе – неизвестно, а мне надо было заканчивать институт. Встречаясь с друзьями, работавшими в новой конторе, мы никогда не интересовались характером их работы – в то время на этот счет существовало строгое «табу», но о системе оплаты сотрудников в начале деятельности этого отдела рассказывали с большим удивлением. Мало того, что оклады сотрудников были значительно выше наших, но, помимо этого, существовала очень оригинальная система премиальных: приходил И.В. Берг к группе сотрудников и говорил им, что надо настроить, например, какое-то устройство к определенному сроку. Выполните в срок – каждый получает премию, а за каждый день выполнения работы сверх назначенного срока определялась еще и дополнительная сумма. В результате ребята сутками не вылезали с работы, выполняли работу в срок (или раньше) и получали премиальные непосредственно от руководителя, причем общественные деньги выдавались прямо из кармана, минуя бухгалтерию и всякие ведомости. Такой «капиталистический» метод оплаты труда невероятно нас поражал, но просуществовал он не долго, не больше года, потом такая практика была им запрещена.

В многотиражке «Ленинца» в статье, посвященной Ф.Г. Старосу и И.В. Бергу, сообщалось, что они в период своей работы в «Ленинце» даже раньше американцев сделали персональный компьютер. Вероятно, речь там шла об управляющей машине «УМ-1», поскольку она потом получила самостоятельную жизнь как управляющая машина для народного хозяйства «УМ-1-НХ». На ее базе были созданы управляющие системы, применяемые в производственно-технологических линиях, например, на Белоярской АЭС. Следующая разработка была «УМ-2», где была предпринята попытка миниатюризировать большинство схем и устройств. Наверно, не последнюю роль здесь сыграла абсолютная правильная и справедливая их система оплаты труда сотрудников. В 1961 г. эти ученые были переведены на другое место работы.

Для систем «Купол» В.И. Смирнов и В.Л. Коблов поручили Е.М. Ляховичу создать бортовую ЦВМ. Такая задача была успешно выполнена. Эта ЦВМ помимо решения собственно навигационных задач (вплоть до астронавигации) осуществляла комплексирование курсирующих в комплексе достаточно мощных потоков цифровой информации, а также обеспечивала эффективный диалог с экипажем. Интересно отметить, что в это же время создаваемые системы управления ракетами со сверхзвуковой скоростью полета для авиационных ракетных комплексов в своей структуре имели аналоговые вычислительные системы «собственного производства». Вместе с тем, эти «аналоговые» системы управления обеспечивали активное самонаведение с захватом радиолокационной цели до пуска ракет, а также выбор траектории полета ракеты перед ее пуском (высотные со сверхзвуковой скоростью, наклонные, дозвуковые, на источник помех и т. п.).

А вот главный конструктор прицельно-навигационной системы «Пума» Е.А. Зазорин для своей системы выбрал ЦВМ «Орбита», разрабатываемую тогда Ленинградским ЦКБ «Электроавтоматика». Эта система создавалась для фронтовой авиации, а также для специализированных радиолокационных систем и комплексов самолетов гражданской и военно-транспортной авиации. В состав «Пумы» входили двухдиапазонная РЛС переднего обзора, радиолокатор предупреждения столкновений с естественными препятствиями, устройство ввода, вывода и управления разработки

Главного конструктора Д.Д. Коробова, радиокомандная линия, блоки управления и коммутации. Эта система обеспечивала всепогодное в любое время суток обнаружение наземных и надводных целей, определение их государственной принадлежности, выработку целеуказания и наведения управляемого и неуправляемого оружия, осуществление маловысотного полета. Большая часть программного обеспечения разрабатывалась в институте.

Первая отечественная авиационная бортовая ЦВМ «Пламя» разработки ОКБ В.И. Лапардина была включена в состав поисково-прицельной системы для самолетов и вертолетов авиации ВМФ, прежде всего, для самолетов противолодочной обороны. Эта система содержала РЛС, которая обнаруживала цели на морской поверхности, а информация от нее успешно комплексовалась с информацией, получаемой как от различных бортовых средств, так и от гидроакустических буев.

Итак, начиная с 60-х гг. комплексы управления авиационным средством и его оружием по своей структуре становились комбинированными. Комбинированность есть одно из свойств архитектуры информационных радиоэлектронных систем, влияющая практически на все тактико-технические характеристики обслуживаемых такими системами авиационных средств. Сегодня это свойство комплекса стало достаточно тяжело выявлять и анализировать, что, в первую очередь, обусловлено успехами микроэлектроники, а теперь и микроэлектромеханики, развиваемой в рамках реализации нанотехнологий. Дело в том, что используемые в современных авиационных комплексах радиосредства все чаще в своем составе – да еще и в едином конструктиве – объединяют как однородные по принципам действия, так и совершенно разнородные средства, рассматриваемые даже в различных научных дисциплинах. Наконец, дело еще больше усложняет глобальная информатизация систем военной радиоэлектроники, когда многие каналы обработки информации виртуально формируются в разнообразных процессорных системах, входящих в состав авиационной системы управления.

Один из основных законов системологии гласит, что любая правильно организованная система развивается так, что ее усложнение за счет наращивания используемых средств сопровождается еще большим (экспоненциальным) возрастанием ее функциональных возможностей (реализуемых системой функций, обеспечивающих ее адаптацию к изменяющейся внешней среде). Отсюда непосредственно следует, что современные авиационные радиоэлектронные комплексы обязательно являются многофункциональными. Число функций у таких систем неуклонно растет, причем эти функции воплощаются в течение всего жизненного цикла летательного аппарата.

Возможность функционирования авиационного средства в условиях меняющейся внешней среды обеспечивается, помимо возрастания числа реализуемых функций, еще и повышением качественных показателей реализации каждой функции, а также переходом к динамическому режиму смены функций и варьированию их количественными характеристиками. Отмеченная многофункциональность влечет за собой соответствующее усложнение бортовых радиоэлектронных комплексов, обслуживающих функционирование авиационных средств как по составу, так и по структуре. Здесь следует указать на появление комплексных (комбинированных) и многоканальных радиоэлектронных информационных систем.

Создатели радиоэлектронных систем обычно заявляют об их многоканальности, если в структуре этих систем содержатся выделенные электрически и/или конструктивно подсистемы и устройства, реализующие сходные функции. С каждой такой подсистемой или устройством связывают появление в структуре системы соответствующего парциального канала обработки информации. Такое структурное разделение парциальных каналов четко обнаруживалось в авиационных радиоэлектронных военных системах первых поколений, где указанные каналы были, как правило, пространственно разнесены по конструктиву. Сегодня достижения технологии и програм-

много обеспечения размывают конструктивные и/или электрические границы между парциальными каналами. Можно дать следующее определение многоканальных радиоэлектронных систем: *«Такие системы осуществляют обработку поступающей на их вход информации с помощью некоторой совокупности близких по своей структуре и характеристикам процедур, реализуемых соответствующими парциальными каналами, уменьшение числа которых приводит к обязательному ухудшению тактико-технических характеристик системы в целом, а также качества реализации тех или иных функций»*.

Комплексные (комбинированные) радиоэлектронные системы, в отличие от многоканальных, объединяют в своем составе разнородные системы как конструктивно, так и информационно. Если отмеченное комплексирование сопровождается тем, что некоторые устройства комплексной системы, прежде всего, антенны и процессоры сигналов и данных, обслуживают несколько разнородных систем, то в этом случае предпочитают говорить о появлении соответствующей интегрированной системы.

Успех в создании большого числа сложных авиационных комплексов на «Ленинце» был гарантирован еще и грамотной структурой проведения разработок. Фирма вышла на структуру типа «СКБ, разрабатывающие комплексы для заказчиков, плюс сектор научно-технических отделов (СНТО)». В СНТО разрабатывались для всех СКБ предприятия антенны, передающие и приемные устройства, индикаторы, высокоточные системы управления антеннами, источники питания, изделия функциональной электроники. Уже тогда были апробированы принципы грамотного проведения политики межпроектной унификации. Вместе с тем, тогдашний начальник СНТО Г.М. Месропов (с 1982 г. эту должность занимает Е.И. Нестеров) думал о том, чтобы сформированный в ходе оборонных разработок научно-технический задел шел и в гражданскую продукцию. Именно в тот период были созданы метеонавигационные РЛС «Гроза», «Градиент», «Контур», а также аппаратура автономной межсамолетной навигации «Звено» и «Роговица». Кроме того, в СНТО проводились поисковые НИР, в том числе и прогнозные, для того, чтобы «угадать» компоненты авиационных комплексов следующего поколения. Именно в СНТО, где трудился Б.С. Муш, был сформирован научно-технический задел для создания оптических (лазерных) локаторов. В.П. Пересадой был выполнен цикл работ по оценке наблюдаемости радиолокационных целей, по прогностике, бионике (эхолокации), радиолокационному распознаванию. Здесь следует отметить, что долгое время именно Ленинград был центром исследования по биоэхолокации. Наконец, в СНТО усилились В.П. Бибиновой, Е.Я. Бершадского и В.Г. Штанько зарождалось направление, связанное с созданием модуля активной фазированной решетки (АФАР) для РЛС. Модули АФАР, включающие в свой состав малогабаритные твердотельные передатчики и приемники с управляемыми характеристиками излучения и приема, позволяют создать антенные решетки, элементы апертуры которых усиливают излучаемый сигнал на передачу и прием, в отличие от пассивных антенных решеток, которые только управляют фазой сигнала, чаще всего сформированного неким общим передатчиком или приемником, а потом распределенного между модулями решетки. Необходимость эффективной отстройки от помех, стабилизации луча антенны в пространстве при эволюции авиационного носителя заставила управлять не только фазовым, но и амплитудным апертурным распределением в режиме передачи и приема. Сегодня время переброса луча (смена фазового и амплитудного распределения) в системах авионики составляет несколько микросекунд. АФАР представляет рассредоточенное по апертуре (точнее, по той поверхности, где размещаются модули – она может быть криволинейной), задаваться обводами конструкции авиационного носителя – получается интеллектуальное покрытие или умная обшивка летательного аппарата) приемно-передающее устройство с раздельным (независимым) управлением амплитудным и фазовым апертурным распределениями. Управление амплитудой и фазой

сигнала каждого такого приемо-передающего модуля, не имеющего высоковольтных цепей, осуществляется маломощными миниатюрными устройствами (коммутаторами и фазовращателями), обладающими быстродействием порядка единиц наносекунд. При этом все элементы регулировки амплитудно-фазового распределения по апертуре не должны ухудшать энергетический потенциал средств авионики. В последнее время в число управляемых параметров кроме фазы и амплитуды стали относить еще и частоту формируемых сигналов.

Кроме СНТО, еще объединяющим началом для всех СКБ стали комплекс моделирования и испытаний (летно-испытательная база), созданный гениальным организатором В.А. Шляпниковым, а также НИО-290, занимающееся созданием бортовых вычислительных систем, комплекс микроэлектроники, который был создан в подразделении, на базе которого впоследствии было образовано ОАО «НПП «РАДАР ммс», и, конечно, производство, размещенное на нескольких больших заводах. В НИО-290 создавалось семейство авиационных вычислительных систем «Интеграция», а также семейство вычислительных машин для народного хозяйства «Электроника НЦ». При создании «Интеграции» использовались самые передовые на то время концепции модульного построения аппаратных и программных средств, магистрального построения вычислительных систем и операционных систем реального времени.

Опыт «Ленинца» по созданию бортовых авиационных систем управления, архитектура которых обеспечивает многоканальность, комплексность и интегрированность был использован в ОАО «НПП «РАДАР ммс» при создании многофункциональных систем наведения высокоточных средств.

Как уже отмечалось, разработка мониторинговых РЛС стала одной из основной тематик для ОАО «НПП «РАДАР ммс», в результате чего удалось создать средство радиолокационного видения для дистанционного зондирования как поверхности Земли, так и подповерхностных структур. Уже достаточно длительное время ОАО «НПП «РАДАР ммс» выступает одним из соучредителей Всероссийского симпозиума «Радиолокационное исследование природных сред», где рассматриваются как мониторинговые системы, так и результаты мониторинговых исследований. Каждый год издаются труды этой конференции (в 2007 г. состоялась 25-я конференция), а также научно-технические сборники, где задачи мониторинга рассматриваются, в том числе, и в военно-прикладном значении, причем под сугубо кибернетическими названиями.

Мониторинговое средство, разработанное в ОАО «НПП «РАДАР ммс», представляет комплекс радиоэлектронного оборудования двухчастотной (2 см и 3 м) самолетной РЛС бокового обзора нового поколения, обеспечивающий получение высокоинформативного радиолокационного изображения земной поверхности и подповерхностных структур. Указанная РЛС создана с использованием серийных унифицированных модулей и блоков, вновь разработанных специальных вычислительных средств и современной сервисной аппаратуры отображения и регистрации радиолокационного изображения и сопутствующей информации. Предусмотрена трансляция радиолокационного изображения и сопутствующей информации на наземные и корабельные пункты. Разработана аппаратура приема и обработки информации для таких пунктов.

Режим синтезирования антенного раскрыва позволил получить высокую разрешающую способность по линии пути на больших дальностях и, следовательно, за счет расширения полосы обзора повысить производительность и экономическую эффективность радиолокационной съемки. Комплексное использование РЛС бокового обзора сантиметрового и метрового диапазонов волн дало возможность повысить информативность радиолокационной съемки за счет проникающей способности метровых волн через сплошной лесной массив, сухой грунт и различные ледовые образования. Благодаря высокой детальности радиолокационного изображения, большому динамическому диапазону радиолокационных сигналов, различной поляризации, высокой

радиометрической чувствительности в сочетании с широкими возможностями цифровой обработки радиолокационных сигналов в разработанной РЛС обеспечивается высокая вероятность обнаружения различных объектов и классификации различного рода аномальных явлений на земной и водной поверхностях, высокоэффективное ведение мониторинга. При этом обеспечиваются:

- представление на экране монитора радиолокационного изображения высокого качества;
- возможность манипулирования масштабом;
- точная географическая привязка любой точки радиолокационного изображения и выделение границ приоритетных зон;
- возможность автоматизированной оценки некоторых количественных параметров состояния покрова Земли;
- возможность одновременного с анализом изображения на экране создания цифровой карты выявленных особых участков по маршруту полета в специальном формате (затем несколько маршрутных блоков изображений могут быть объединены в единую карту с помощью процедур редактирования);
- возможность сохранения цифровой карты на магнитном носителе, воспроизведения ее на бумажной основе, передачи по узкополосным каналам связи потребителям и занесения в базу оперативного банка.

Накопленные в рамках указанных выше направлений результаты позволили перейти к разработке радиоэлектронных комплексов для ряда транспортных носителей, включая и такие экзотические как экранопланы, дистанционно-управляемые платформы, суда на воздушной каверне. В настоящее время ведутся работы по оснащению малогабаритным морским радиолокатором «Заря» нового транспортного средства – экраноплана. РЛС «Заря» обеспечивает решение навигационных задач при движении экраноплана над водной поверхностью и при полете на высотах до 3000 м., а также для поиска на водной поверхности терпящих бедствие объектов и людей. В состав РЛС входят два конструктивно однотипных локатора. Носовой локатор (РЛС обеспечения безопасности движения) осуществляет обзор поверхности в переднем секторе $\pm 90^\circ$. Локатор, располагающийся на киле (РЛС навигации), осуществляет круговой обзор окружающей местности.

При проектировании РЛС «Заря» учитывалась специфика применения РЛС, обусловленная двойственным характером экраноплана – транспортного средства: необходимостью выполнения правил навигации морских судов при движении по маршруту и при плавании в акватории морских портов и необходимостью обеспечения безопасности при высокой скорости движения, недоступной для обычных судов, а также возможностью режима полета на высотах до 3000 м. Предъявлялись также и дополнительные требования, налагаемые функциональным назначением экраноплана – спасателя по поиску на морской поверхности терпящих бедствие объектов. Исходя из необходимости выполнения этих условий и распределялись функции между локаторами.

В ОАО «НПП «РАДАР ммс» ведется разработка и реализация концепции построения мониторинговых комплексов с малогабаритным дистанционно пилотируемым вертолетом. Главное преимущество мониторингового комплекса с дистанционно пилотируемым летательным аппаратом (ДПЛА) вертолетного типа состоит в вертикальном взлете и посадке, значительно упрощающих вопросы эксплуатации, с точки зрения применяемого стартово-посадочного оборудования. В состав такого комплекса входит также наземный пункт дистанционного управления, который может размещаться стационарно, в автомобиле или на корабле. Получаемая информация поступает на наземный пункт дистанционного управления или по радиоканалу и может использоваться в реальном времени как для оценки поверхности, так и для управления ДПЛА, или доставляться ими по возвращении.

Комплекс имеет открытую архитектуру, обеспечивающую наращивание его функций путем добавления новых систем сбора информации либо их модернизации. Вертолет построен по классической аэродинамической схеме с одним несущим и одним рулевым винтом на хвостовой балке. Особенно хорошо эта схема зарекомендовала себя при взлете и посадке. Дистанционно пилотируемый вертолет на основе готовых элементов, производимых предприятием, оснащается соответствующей авионикой и радиоэлектронной системой (телевизионная камера, передатчик, источник питания, антенна и спутниковая навигационная система GPS), баровысотомером, электронным компасом, а также автономным радиомаяком для поиска вертолета при его вынужденной посадке. На соответствующем мониторе осуществляется просмотр видеoinформации и отображение электронной карты с маршрутом полета и реальным местоположением дистанционно пилотируемого вертолета. В ходе автономных летно-технических испытаний проверялись возможности дистанционно пилотируемого вертолета и отрабатывались полетные режимы.

Проводимые работы по созданию широкого класса мониторинговых информационных средств дали возможность определить такие сугубо кибернетические направления конверсионной деятельности как медицинская логистика и медико-тактическое пространство, для информационного обеспечения которых используются авиационные средства мониторинга, в том числе и радиолокационного. В рамках этих направлений разрабатываются технологии эффективных действий технически и информационно оснащенных спасательных отрядов в районах стихийных бедствий и техногенных катастроф.

Для оснащения медико-технических пространств, соответствующих районам катастроф и стихийных бедствий, предприятие провело цикл разработок медицинской техники и технологий. Были разработаны специализированные комплексы бортовой медицинской аппаратуры, специального медицинского оборудования для служб экстренной медицинской помощи, способные устойчиво работать на борту вертолета и на линейных машинах скорой медицинской помощи. Одновременно развивалось направление разработки наркоточно-дыхательной аппаратуры. Создан ряд аппаратов для проведения реанимационных мероприятий в различных условиях оказания неотложной помощи: переносные аппараты искусственной вентиляции легких «АМТ-У-03» и «АМТ-П», бортовой наркоточно-дыхательный комплект «АМТ-Б», комплект наркоточно-дыхательной аппаратуры для бригад скорой помощи «АМТ-К».

Самостоятельным направлением конверсионной деятельности является разработка и постановка на производство изделий для неонатальной медицины, причем обеспечивается гарантийное и сервисное обслуживание. Так, например, реанимационный стол «Олимп» предназначен для поддержания температуры тела новорожденного ребенка и обеспечения возможных манипуляций с новорожденным в условиях стационара; сигнализатор дыхания новорожденного обеспечивает распознавание движений, вызываемых дыхательными усилиями ребенка и подачу сигнала тревоги, если дыхание прекращается на длительный период времени. Разработанные изделия медицинской техники, а также наличие мобильных производственных и вспомогательных структур позволили предприятию приступить к оборудованию родильных домов под ключ.

Долгое время на предприятии велись работы по созданию средств мультимедиа, для чего была сформирована студия компьютерной графики, оснащенная современным оборудованием с учетом последних достижений в области компьютерных систем, фотоаппаратуры и др. Конверсионным направлением для предприятия было освоение всех стадий создания компакт-дисков, что позволило выпустить на рынок информационные продукты: электронный гид «Русский музей»; компакт-диск «Прогулки по Санкт-Петербургу»; «Орнаменты всех времен и народов» и первый диск «Художественные музеи России» из задуманной большой серии «Музеи и коллекции России». Научившись создавать высокохудожественные компакт-диски как конверсион-

онную продукцию, ОАО «НПП «РАДАР ммс» впервые столкнулось с реконверсией. В настоящее время реализуются предложения по разработке мультимедийных средств для повышения эффективности новой техники и подготовки личного состава, ее эксплуатирующего, а также по организации перевода военной документации на безбумажную основу.

По оценкам военных специалистов и ученых, сейчас наступил период войн шестого поколения, основанный на использовании высокоточного ударного и оборонительного оружия различного базирования обычного типа, оружия на новых физических принципах, информационного оружия, нелетального оружия, робототехнических средств, изодренных сил и средств радиоэлектронной борьбы. Целью таких войн является разгром бесконтактным способом экономического потенциала любого государства на любом удалении. Напомним, что предшествующее «поколение» войн ориентировалось на бесконтактную ядерную войну, которая непременно достигнет стратегического масштаба, в результате никаких реальных целей не достигается, поскольку сторона, применившая ядерное оружие первой, также погибает, хотя и несколько позднее второй.

В современной войне решающая роль отводится высокоточному оружию, разработке и созданию которого во всем мире уделяется самое пристальное внимание. Военные специалисты дают следующее определение высокоточному оружию: *«Высокоточное оружие – это такой вид управляемого и самонаводящегося обычного оружия, вероятность поражения которым с первого пуска малоразмерных (точечных) целей, находящихся даже на межконтинентальных дальностях, близка к единице в любых условиях обстановки и при активном противодействии противника»*.⁴ В свою очередь, высокоточными называются ракеты, соответствующие классу высокоточного оружия, обеспечивающие попадание в контур цели. Использование высокоточных систем самонаведения дает возможность увеличить дальность полета ракет за счет большего запаса топлива, так как в таких ракетах не требуется ряда систем, обеспечивающих эффективность подрыва боевой части, например, радиовзрыватель. Боевые разведывательно-ударные системы высокоточного оружия представляют собой органическое сочетание высокоэффективных средств разведки, управления, доставки, поражения и документирования результатов. Как видно из определений для высокоточного оружия и ракет, они непосредственно попадают под статус исследований в кибернетике.

Тактика применения высокоточного оружия базируется на использовании систем, осуществляющих функцию самонаведения, под которой понимается способ управления движущимся объектом, при котором все действия по целенаправленному изменению его состояния формируются самим подвижным объектом на основе информации об окружающей среде, добываемой сенсорами только этого объекта. Системы, реализующие этот процесс, называются системами самонаведения.

Из определения систем самонаведения следует, что такие системы «в авиационном исполнении» имеют следующие характерные признаки: размещение на авиационном средстве, осуществление самостоятельного наведения по некоторому образцу окружающей, чаще всего фоно-целевой, обстановки, а также управления функционированием носителем и его системами, роботизация функций, конструктивная, функциональная и информационная интегрированность, возможность обеспечения групповых действий, главенствующая роль процедуры самонаведения с точки зрения целевого назначения летательного аппарата в целом. Как раз присутствие систем самонаведения и выступает гарантом того, что то или иное оружие становится высокоточным.

⁴ Ярошенко А.В. Бесконтактные войны седьмого поколения // Оборонный заказ. 2006. № 11. Декабрь.

После передачи направления, связанного с созданием радиолокационных головок самонаведения на предприятие, на базе которого впоследствии образовалось ОАО «НПП «РАДАР ммс», началась разработка систем самонаведения принципиально нового поколения. Усилиями замечательного инженера А.Б. Познанского был принят заказчиком проект полностью когерентной, цифровой, многоканальной системы самонаведения. Кроме А.Б. Познанского и Г.А. Соловьева этой разработкой в разное время руководили В.А. Шатов и А.А. Булатов. Генеральным конструктором предприятия на всех основных стадиях выполнения разработки был Г.В. Анцев.

При создании систем самонаведения высокоточного оружия неукоснительно на предприятии формировалась тенденция их развития, проистекающая из возрастания многофункциональности и интегрированности. Эти признаки уже обсуждались в данной статье в связи с рассмотрением военной авионики, созданной и создаваемой в холдинговой компании «Ленинец» и в ОАО «НПП «РАДАР ммс». Сегодня данные признаки применительно к системам самонаведения должны дополняться свойством интеллектуальности. Указанные принципы материализуются в радиолокационных системах самонаведения для высокоточного оружия пятого поколения, где обеспечивается интеграция бортовых систем, в том числе и с другим радиоэлектронным оборудованием на носителе как аппаратурно, так и программно.

Как и термин «адаптация» понятие интеллектуальности применительно к высокоточному оружию и системам самонаведения используется в двойном смысле – расширительном (интуитивном) и узком, вытекающим из принимаемой во внимание концепции функционирования соответствующих систем, в данном случае, «чисто» интеллектуальных, интеллектуальность которых хотя бы на сегодняшний день невозможно оспорить.

Когда говорят об информационных средствах для военной техники и вооружения, то почти всегда интеллектуальность понимается как раз в широком смысле. В этом случае интеллектуальность системы (устройства) связывается с осуществлением процедур анализа окружающей обстановки, влияющих на эффективность принимаемых решений. Интеллектуальность систем самонаведения предусматривает выполнение требований наведения летательного аппарата на заданный объект, анализ динамичной окружающей обстановки, выбор объекта поражения и его наиболее уязвимой части, ведение групповых действия и радиоэлектронной борьбы, эффективный подрыв боевой части, перенацеливание, выбор траектории полета, обеспечение контроля и надежности функционирования. Здесь, к сожалению, традиционные технологии искусственного интеллекта, типа экспертных систем, из-за полной автономности функционирования систем самонаведения попросту не пригодны. Осуществление процедур распознавания, сопровождающих реализацию перечисленных только что функций систем самонаведения, как правило, связывают с наличием у системы свойства интеллектуальности, хотя радиолокационное распознавание сегодня стараются «выводить на стезю» обработки только синтаксической информации, заключенной в радиолокационном сигнале.

Современное поколение радиолокационных систем самонаведения вобрало в себя практически все достижения современной радиолокации, базирующиеся, прежде всего, на цифровой обработке, начиная непосредственно с высокой частоты или первой промежуточной в широкой полосе частот, на минимальной (а то и вообще отсутствующей) длине аналоговой части тракта и на высокопроизводительных сигнальных процессорах. Благодаря этому, системы самонаведения способны работать в режимах высокой и средней частоты повторения; способны сопровождать несколько целей; вести параллельный анализ и обнаруживать цели по скорости и дальности; реализовывать алгоритмы помехозащиты, в том числе, и по комбинированным помехам. Системы самонаведения способны увеличить дальности захвата целей; реализовать

режимы селекции и распознавания; варьировать излучаемыми сигналами, включая и управление скрытностью; осуществлять режим синтезирования антенного раскрыва; управлять радиолокационной заметностью активными средствами на основе адаптивных многолучевых антенн.

Сегодня уже явно встает на повестку дня необходимость использования в структуре систем самонаведения устройств, выполненных в рамках нанотехнологий, а также микроэлектромеханических устройств (MEMS). Прослеживается также тенденция наращивания структуры систем самонаведения за счет включения в их состав активных фазированных антенных решеток, которые, по существу, делают весь радиолокационный тракт систем самонаведения цифровым. (Разработчики ракетного оружия, например, где устанавливаются системы самонаведения производства ОАО «НПП «РАДАР ммс», все чаще стали заявлять о том, что их ракеты стали полностью цифровыми.)

Создание интеллектуальных систем вооружения предполагает организацию крупномасштабных разнообразных видов испытаний. Для этих целей на предприятии завершено создание полного комплекса средств отработки и автономных испытаний систем наведения, включая и перспективные. После ввода в строй современного динамического стенда, где учтен опыт работы организаций, занимающихся испытаниями, значительно сократились сроки разработки перспективных систем авионики, расширилась номенклатура проводимых испытаний, и повысилось качество выпускаемой предприятием продукции.

Вновь вернемся к дихотомии «кибернетика для радиолокации» и «радиолокация для кибернетики». Для простых (неинтеллектуальных) радиолокационных систем фактически проявляет себя лишь направление «кибернетика для радиолокации». Радиолокация в таких системах лишь конкретизирует постановку соответствующей кибернетической задачи, правда, иногда очень радикально. Например, научная школа ленинградского ученого Р.В. Островитянова говорит о том, что радиолокационная цель очень серьезно «шумит», ее шумы выносят оценки дальности и угловых координат за размеры цели, а шум цели по скорости может сорвать каноническое ее радиолокационное сопровождение.

Направление «радиолокация для кибернетики» можно понимать двояко. Во-первых, можно рассматривать радиолокатор просто как один (или только один) из информационных датчиков об окружающей обстановке, который некая система более высокого уровня (надсистема) задействует в своей сугубо «кибернетической» деятельности. Во-вторых, из-за только что описанного примера с шумами цели, а также из-за хорошо известной «борьбы» радиолокационной цели с РЛС, дабы с помощью технологии «Стелс» ей не оказаться обнаруженной, а также из-за условий и специфики радиолокационного наблюдения накладывается свой особый отпечаток на процедуры получения и обработки информации в радиолокационных системах.

Первая составляющая направления «радиолокация для кибернетики» сегодня по существу растворилось в классическом направлении «кибернетика для радиолокации». Дело в том, что сейчас наступил век цифровых методов обработки сигналов, когда действует знаменитый закон Мура, в первоначальной формулировке утверждающий, что «интеграция увеличивается вдвое каждый год». Эта закономерность соответствовала действительности чуть более 10 начальных лет развития микроэлектроники, но далее, начиная со второй половины 70-х гг., ход этой зависимости несколько замедлился, что заставило Мура искать другие формулировки: «два раза в два года» или же потом, точнее, «четыре раза в три года».

За последние годы предприятие ОАО «НПП «РАДАР ммс» столкнулось с очень трудной проблемой – дефицитом кадров, да еще и в условиях снижения уровня инженерного образования и ликвидации по существу политехнического среднего образования. Эта проблема сегодня достаточно широко обсуждается. Она явилась предметом

рассмотрения международных конференций «Современные технологии обучения», научно-практических конференций «Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса региона», российских семинаров по инженерному образованию, в организации и проведении которых ОАО «НПП «РАДАР ммс» принимает активное участие. Поскольку предприятие всегда считало вопросы подготовки кадров разработчиков и производителей радиоэлектронной техники таким же важным для себя делом, как и непосредственно производственную деятельность, а также, учитывая опыт функционирования комплексной системы подготовки научных и инженерных кадров в холдинговой компании «Ленинец», оно в разное время сформировало свои кафедры в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете, Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете, Академии гражданской авиации, Санкт-Петербургском государственном университете информационных технологий, механики и оптики, а также поддерживает профильные кафедры в различных вузах Санкт-Петербурга, где осуществляется подготовка кадров для предприятия. Благодаря заключенным с вузами договорам, позволяющим предприятию считать вузы своими полноценными стратегическими партнерами, обеспечивается взаимовыгодное сотрудничество, в том числе, и по использованию научно-технического потенциала, накопленного вузами по профильной для предприятия тематике.

При организации учебного процесса в перечисленных вузах со стороны предприятия делались попытки организации учебных курсов синтетического направления, позволяющих в соответствии с канонами кибернетики схватить всю предметную область целиком и обращать внимание обучающихся на глубокие аналогии между технологиями, разработанными в «узкопрофильных» научных дисциплинах. Особое внимание было уделено разработке курса лекций по базовой для радиоэлектроники научной дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов», но уже как бы для магистров, а значит, в синтетической (кибернетической) «упаковке». Важно как можно раньше предлагать вниманию обучающихся идеи, понятия, концепции и технологии, задействованные в современной системотехнике и системологии информационных радиоэлектронных систем. Здесь радиотехнические цепи и «обслуживаемые» ими сигналы выявляются как специфический предмет исследований, поскольку они используют только синтактику, а потому соответствуют описанию информационной системы как простой системы. Семантика и прагматика, заключенные в сигнале, а также сложные в информационном плане системы – это прерогатива последующих курсов по радиоэлектронике. Устанавливается полное равноправие воплощения радиоэлектронных систем в *hardware* и *software* исполнении. В результате разнообразные процессоры сигналов (с соответствующими алгоритмами и программами) становятся для студента такими же рядовыми компонентами радиоэлектронных систем, как транзисторы, индуктивности, аналоговые микросхемы и т.п. Начато издание курса лекций по системам самонаведения с включением новой редакции лекций по «Теории радиотехнических цепей и сигналов».

Особенно хотелось бы отметить деятельность Института интеллектуальных систем и технологий (ИИСТ) Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПбГПУ), основанного и руководимого талантливым ученым, очень рано ушедшим из жизни А.А. Ерофеевым, поскольку такой институт уже прямо по своему уникальному и вызывающему названию «просится» быть освещенным в данной статье. У ОАО «НПП «РАДАР ммс» в ИИСТе вплоть до закрытия этого института была базовая кафедра «Интеллектуальные системы и комплексы экстремальной медицины». Создание ИИСТа можно рассматривать как результат развития связей, начавшихся в 70–80-е гг., между факультетом технической кибернетики (декан В.Д. Ефремов) тогдашнего Ленинградского политехнического института и «Ленинцем».

После своего образования ИИСТ СПбГПУ был единственной в России образовательной структурой, реализующей идею дневной производственной формы обучения студентов. При этом обучение на факультете проводилось по дневной производственной форме, в соответствии с которой студенты, начиная с 3-го курса, четыре дня в неделю учились, а два дня проходили оплачиваемую непрерывную учебно-производственную практику в подразделениях холдинговой компании «Ленинец». Дневная производственная форма обучения явилась составной частью комплексной подготовки инженерных и научных кадров: от средней школы до диссертационного совета, реализованной в 80-е гг. в «Ленинце». Такая дневная производственная форма обучения способствовала решению многих социальных проблем студентов. Последние годы своего существования ИИСТ занимал первое место по конкурсу заявлений среди технических факультетов СПбГПУ.

В рамках специальности «Системы управления ракетно-космическими объектами и комплексами летательных аппаратов» в СПбГПУ впервые в РФ было организовано обучение студентов по специализациям «Интеллектуальные системы управления и автоматизации» и «Интеллектуальные системы управления РЭК летательных аппаратов». Ведущие специалисты ОАО «НПП «РАДАР ммс» проводили все виды учебных занятий по дисциплинам «Интегрированные системы радиоуправления», «Интеллектуальные технологии испытаний систем управления», «Корреляционно-экстремальные методы навигации» в специально оборудованных классах на территории предприятия, в учебных и научно-исследовательских лабораториях. Здесь же проводились занятия по общинженерной дисциплине «Теория информационного обеспечения интеллектуальных систем управления». На протяжении ряда лет 70–80% выпускников кафедры оставались работать в холдинговой компании «Ленинец» и в ОАО «НПП «РАДАР ммс».

Достаточно долгое время автор этой статьи был заведующим кафедрой радиоэлектронных систем Академии гражданской авиации (ныне Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации), не прерывая работу в ОАО «НПП «РАДАР ммс». Это обстоятельство, а также достаточно долгие и продуктивные связи между «РАДАРОМ» и Академией, обусловленные, в том числе, и желанием расширить рынок своей диверсификационной продукции, позволяют «под кибернетическим углом зрения» рассмотреть деятельность этого вуза.

Можно считать, что кибернетические исследования для гражданской авиации в Академии начались с приходом в 1966 г. В.М. Кейна. Это был большой ученый, оставивший заметный след в науке разработкой теории случайных процессов и вопросов эксплуатации в гражданской авиации средств вычислительной техники, вычислительных систем и машин. Хочется отметить, что еще в 1975 г. он следующим образом сформулировал задачу автоматизации системы управления воздушным движением (УВД): *«Уже в настоящее время существует принципиальная возможность построения полностью автоматической системы управления воздушным движением, работающей без участия человека-оператора, роль диспетчера в такой системе сводится только к контролю исправности системы. Вмешательство в ее работу необходимо лишь при возникновении ситуаций, не предусмотренных программой обработки информации»*. В начале 90-х гг. группа молодых инженеров Академии гражданской авиации, сплотившаяся вокруг В.М. Кейна, начала работы по созданию автоматизированных рабочих мест специалистов службы УВД. В результате появился комплекс средств автоматизации «Норд», а затем автоматизированная система УВД «Альфа». В Академии первым заведующим кафедрой радиоэлектронных систем работал Г.П. Астафьев. Еще в период своей службы в Академии имени А.Ф. Можайского он вместе с В.С. Шебшаевичем и Ю.А. Юрковым по поручению заместителя Министра обороны СССР академика А.И. Берга написал уникальный учебник по системам

радионавигации. Учебнику «Радиотехнические средства навигации летательных аппаратов», выпущенному в свет в 1972 г. московским издательством «Советское радио», долгое время не было аналогов в мировой литературе.

С началом спутниковой эры исследования проблем применения спутниковых систем в гражданской авиации были выполнены в Академии под руководством П.В. Олянюка, одного из авторов учебника «Космические радиотехнические комплексы» (первое издание которого вышло в издательстве «Советское радио» в 1967 г., а второе – в издательстве Министерства обороны в 1976 г.) и монографии «Оптимальный прием сигналов и потенциальная точность космических измерительных комплексов» («Советское радио», 1973). В результате выполненных тогда исследований удалось создать единую теорию обработки радионавигационной информации, охватывающую процессы первичной, вторичной и третичной обработки, позволяющую осуществлять оптимальную фильтрацию при непосредственном определении параметров движения воздушного судна, максимальным образом используя всю априорную информацию о движении ИСЗ и воздушного судна.

Эксплуатационная направленность подготовки специалистов и научной деятельности преподавателей и ученых Академии явно или опосредованно задавали и задают кибернетический тон всем сделанным публикациям, поставленным учебным курсам и соответствующим учебникам и учебным пособиям.

В последние годы спектр кибернетических исследований в Академии расширился. Большое внимание уделяется сегодня проблемам безопасности как воздушных перевозок, так и авиационной, проблемам управления аэропортовыми комплексами, вопросам интегрирования авиационного транспорта в единую транспортную систему. В поле зрения находятся вопросы управления авиатранспортным производством и авиационным бизнесом, исследования путей и методов рационального применения средств электросвязи, радиоэлектронных систем навигации и УВД для повышения эффективности воздушных перевозок, и, в частности, их безопасности и экономичности. Уверено заявила о себе научная школа по логистике авиационного транспорта. В последние годы пристальное внимание уделяется проблеме эффективного внедрения в практику работы авиапредприятий концепции ИКАО развития гражданской авиации CNS/ATM (*Communications – Navigation – Surveillance/Air Traffic Management* – Связь, Навигация, Наблюдение/Организация Воздушного Движения). При этом специально выделялась реализация одного из самых ответственных этапов полета летательного аппарата – посадки, да еще и в автоматическом (автономном) режиме, а также вопросы обеспечения электросвязи.

Когда выше говорилось об интеллектуальных системах, специально отмечалась роль семантической и прагматической информации в их функционировании. Оказалось, что в рамках концепции CNS/ATM функция получения семантической и прагматической информации возлагается на входящие в состав системы CNS/ATM системы наблюдения. Системы наблюдения, как правило, формируются лишь виртуально с помощью программного обеспечения на базе соответствующего использования действующих сугубо «синтаксических» систем электросвязи и навигации – функцию наблюдения обеспечивают аппаратные и программные модули, формирующие необходимые связи между компонентами систем навигации и электросвязи и осуществляющие реализацию интерфейсов и протоколов, ответственных за осуществление функции наблюдения.

Помимо своей основной научно-производственной деятельности, ОАО «НПП «РАДАР ммс» уделяет внимание профориентационной работе с учащимися. В рамках работы со старшеклассниками, в том числе, и по вовлечению их в сферу кибернетических исследований и разработок, ОАО «НПП «РАДАР ммс» учредило и провело в 2007 г. первую открытую научно-практическую конференцию старшеклассников

«Будущее сильной России в высоких технологиях». В оргкомитет этой конференции вошли члены РАН, руководители крупных оборонных предприятий, ведущие ученые вузов, организаторы образования. В первой конференции приняли участие 225 старшеклассников из школ, лицеев, центров технического творчества и учреждений дополнительного образования Санкт-Петербурга и других городов и регионов России. Ребята работали в шести секциях (физика, радиоэлектроника и ракетно-космическая техника, прикладная механика и машиностроение, информатика, медицинская техника и биология, гуманитарные и социальные науки), которыми руководили представители научно-исследовательских институтов и вузов, Российской академии наук, промышленных предприятий. Доклады старшеклассников касались не только компьютерных технологий и электроники, но и таких проблем как современное управление, экономика, биомедицинские исследования, культурология. На секциях некоторые участники конференции продемонстрировали созданные ими приборы, модели, макеты. В рамках конференции для ребят проведены экскурсии в музей Университета гражданской авиации, Музей радио имени А.С. Попова, в СПбГЭТУ, ЦНИИ «Электроприбор», ГУП «Адмиралтейские верфи», а также в Эрмитаж.

По результатам работы конференции опубликованы два научно-технических сборника: «Труды Всероссийских научных чтений «Будущее сильной России – в высоких технологиях» (работы ученых и специалистов промышленности для детей и педагогов) и «Труды Первой открытой научно-практической конференции старшеклассников «Будущее сильной России – в высоких технологиях». В сборнике материалов конференции представлены работы учащихся кружков технического творчества, школьников и студентов первых курсов вузов.

Наконец, в планах ОАО «НПП «РАДАР ммс» стоит задача организации и строительства парка занимательной науки и техники «Радар XXI век», рассматриваемого как продолжателя традиций Дома занимательной науки Я.И. Перельмана. Этот проект по своей социальной значимости, интересу, воспитательной направленности, возможности дополнительного образования детей и юношества, широте охвата различных возрастных групп населения призван не уступать знаменитому парижскому парку Ля Виллет или парку «Эврика» вблизи Хельсинки. В парке на базе современных технологий планируется сформировать совокупность виртуальной и реальной сред, предоставляя жителям и гостям города новые возможности для отдыха, занятий спортом, развлечений, познания окружающего мира. Территория парка позволит разместить первую в мире детскую монорельсовую дорогу, манежи и стадионы для занятий конным и техническими видами спорта, городок высоких технологий и др.

* * *

© Колесов Н.В., Савик В.Ф.,
Степанов О.А., Челпанов И.Б.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР» В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Обсуждая развитие той или иной области научного знания, очень важно понять, насколько эти научные результаты поддержаны и уточнены в процессе прикладных исследований и разработок. От этого будут зависеть оценки их успешности и значимости. В этом смысле показателен опыт научных и инженерных разработок в области автоматического управления в ЦНИИ «Электроприбор», известность и успехи которого у многих ассоциируются с именами академика В.Г. Пешехонова, профессоров В.А. Бесекерского, С.С. Ривкина, С.Ф. Фармаковского и ряда других известных ученых.

Традиционными направлениями для работ института были создание приборов управления стрельбой, навигационных и гироскопических приборов и систем. Надо сказать, что вплоть до конца 50-х гг. гироскопические приборы строились как чисто электромеханические. При этом направляющие силы (корректирующие воздействия) создавались непосредственно за счет маятниковых моментов. ЦНИИ «Электроприбор» был одной из первых организаций в СССР, в которой автономные гироскопические навигационные приборы и системы стали строиться как замкнутые системы автоматического регулирования. К их числу относились гировертикали с так называемой косвенной (электромагнитной) коррекцией в отличие от прямой, механической. В качестве датчиков обратных связей использовались специально разработанные для этого прецизионные маятниковые акселерометры. Одновременно создавались точные и стабильные датчики момента, управляющие прецессионным движением шарового гироскопа на газодинамическом подвесе, а также электронные преобразователи, в том числе интегрирующие.

В практику разработок было введено представление структур и задание динамических характеристик гироскопических приборов с помощью передаточных функций, характеризующихся постоянными времени. Впоследствии это открыло путь к представлению свойств приборов на языке частотных характеристик, наиболее приспособленном для расчета стационарных режимов. Это направление развивалось работами С.С. Ривкина и А.В. Тиля. Двухтомник С.С. Ривкина «Теория гироскопических устройств» вышел в свет в Ленинграде в издательстве «Судостроение» еще в 1962–1964 гг.

Надо сказать, что исследования С.С. Ривкина на протяжении всей истории ЦНИИ «Электроприбор» неоднократно служили основанием для новых разработок. Достаточно упомянуть, например, его совместную с З.М. Бергманом и И.М. Оконом работу «Определение параметров ориентации объекта бесплатформенной инерциальной системой», изданную ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор» в 1996 г.

Интересно отметить, что в созданных приборах были практически реализованы идеи переменной структуры за счет включения и отключения цепей обратных связей. Это позволяло изменять режимы, задавая различные постоянные времени, в частности,

отключать коррекцию (обратную связь) при больших возмущающих воздействиях из-за маневрирования судна.

В определенный период проблемным направлением стало построение многомерных следящих систем для гиросtabilизированных платформ при нелинейных зависимостях между параметрами стабилизации и измеряемыми параметрами (углами) в многоколечных подвесах. Причины возникновения нелинейности – чисто геометрические, происходящие от последовательностей плоских поворотов систем координат вместе с кольцами подвесов. При этом матричные преобразования реализовывались с помощью синусно-косинусных вращающихся трансформаторов. Серьезной проблемой для разработчиков стала необходимость получения высокой точности в статических и динамических режимах при качке. Требовалось обеспечить высокую точность за счет больших коэффициентов усиления, что значительно усложняло достижение необходимой устойчивости. Большой вклад в решение этих вопросов внесли исследования В.А. Бесекерского и Е.А. Фабриканта, непосредственно участвовавших в разработках ЦНИИ «Электроприбор».

В ЦНИИ «Электроприбор» впервые были сформулированы и решены задачи анализа точности гироскопических приборов при случайных воздействиях, в том числе задачи повышения точности гироскопических приборов и систем так называемым методом автокомпенсации (механической модуляции оригинальным и до сих пор эффективно используемым способом задания вращения подвеса с последующей демодуляцией). Этим вопросам была посвящена монография Я.Г. Остромухова, И.М. Окона и С.М. Зельдовича «Автокомпенсация инструментальных погрешностей гиросистем», выпущенная в свет в 1976 г. ленинградской издающей организацией ЦНИИ «Румб».

В 70-х гг. был проведен большой объем работ по статистической обработке данных для основных возмущающих воздействий: линейных и угловых скоростей качки и маневра судна, ускорений, уходов гироскопов. При простых аппроксимациях спектральных плотностей с обоснованием их качественных особенностей были оценены зависимости параметров воздействий от контролируемых условий и пределы их возможных изменений. При использовании этих характеристик в монографии И.Б. Челпанова, Л.П. Несенюка и М.В. Брагинского «Расчет характеристик навигационных гироскопов» (1978) был обоснован подход к выбору структуры и параметров обратных связей гироскопических систем и гироскопа. Подход авторов базировался на оптимизации характеристик замкнутой системы по Винеру для стационарного режима при вероятностных моделях воздействий, уходов гироскопов и законов движения. До этого единственным научно обоснованным считался принцип невозмущаемости, инвариантности по отношению к законам движения объекта, на котором установлен гироскопический прибор. Наряду с этим, всегда существовали короткопериодные приборы, выбор параметров которых был плохо обоснован. При этом характеристики уходов гироскопов не учитывались, а существовали только качественные соображения. Учет сведений о спектральных характеристиках случайных скоростей движения объектов и случайных составляющих скоростей уходов гироскопов при применении разработанного метода синтеза по Винеру с применением логарифмических характеристик позволило решать задачи оптимизации для стационарного режима. Дополнительно к этому редукция структур на основе упрощения уравнений Калмана позволила оптимизировать переходные процессы за счет варьирования коэффициентов и оценивать эффективность по отношению к стационарным корректирующим устройствам. Полученные результаты были впервые опубликованы Л.П. Несенюком и нашли отражение в его докторской диссертации. В 1990 г. в Ленинграде вышла в свет книга Л.П. Несенюка и И.Б. Челпанова «Структурные и частотные методы синтеза оптимальных преобразований в навигационных системах».

В 1970–1980-х гг. в ЦНИИ «Электроприбор» сложилось важное направление по созданию гироскопов с неконтактным подвесом ротора. Фундаментальная работа коллектива авторов «Магнитное центрирование поплавковых гироскопов» была опубликована в Ленинграде в 1978 г. Одним из лидеров направления, связанного с разработкой и использованием гироскопа с электромагнитным подвесом, был А.А. Одинцов, однако, основные успехи были достигнуты на пути применения гироскопов с электростатическим подвесом ротора. Лидером этих разработок был А.С. Анфиногенов. Подвес был реализован сначала в гироскопе с полым ротором диаметром 50 мм (для подводных лодок), а затем под руководством Б.Е. Ландау – в гироскопе со сплошным ротором диаметром 10 мм (для космического аппарата). При этом предъявлялись высокие требования по жесткости подвеса; требовалось, чтобы он выдерживал перегрузки порядка 10 g.

Сложные математические модели нелинейных возмущающих воздействий, систематические составляющие уходов со сложными зависимостями от координат (углов), стабилизация сферического ротора по линейным координатам и очень точная (сотые процента) стабилизация угловой скорости вращения у гироскопов на неконтактных подвесах были исследованы в докторских диссертациях А.С. Анфиногенова и Б.Е. Ландау. В последние годы под руководством Л.П. Несенюка и при активном участии молодых ученых создается микромеханический гироскоп со сложными законами управления движением ротора.

Традиционной для ЦНИИ «Электроприбор» всегда была задача стабилизации и ориентации искусственных спутников Земли (ИСЗ). В 60–70-х гг. эта задача решалась под научным руководством докторов наук В.А. Бессекерского и В.Г. Гордеева, в 90-е гг. – под руководством Б.Е. Ландау.

В конце 1960-х гг. под руководством В.Г. Гордеева были начаты работы по созданию систем управления движением судов и кораблей на глубокопогруженных крыльях. Важной страницей в истории ЦНИИ «Электроприбор» явилась разработка автопилота для первых в мире экранопланов, которая проводилась под научным руководством В.А. Бессекерского и В.Б. Диомидова. В этом же ряду следует отметить исследования докторов наук С.П. Дмитриева и А.Е. Пелевина по решению задачи стабилизации судна на траектории, проводившиеся ими в 90-х гг. В свете вышесказанного следует назвать коллективную монографию В.Г. Пешехонова и его коллег «Навигация и управление движением судов», выпущенную издательством «Элмор» в 2002 г.

В 50-е гг. в связи с повышением требований к навигационному обеспечению подводных лодок возникла необходимость резкого улучшения тактико-технических характеристик средств астрокоррекции автономных гироскопических навигационных комплексов. Традиционные средства коррекции – астрооптические измерительные перископы – были неспособны эффективно функционировать в тяжелых климатических условиях, особенно в Арктическом бассейне. Эта проблема была решена созданием в ЦНИИ «Электроприбор» принципиально новых приборов – радиосекстанов. В результате исследований и разработок, выполненных при участии ряда академических, промышленных и военных организаций, было создано несколько поколений нового средства высокоточной морской автономной навигации – радиооптических секстанов – приборов, оборудованных узконаправленными антеннами с радиоприемными устройствами сантиметрового диапазона и телевизионными оптическими системами. Эти приборы позволили пеленговать Солнце и Луну в радиодиапазоне сквозь сплошную облачность, в дождь и снег, а телевизионной системе наблюдать звезды днем и ночью.

При создании таких комплексных устройств был решен ряд научных и инженерных вопросов, в том числе:

- выполнен цикл теоретических и прикладных исследований в области радиофизики и радиоастрономии;

- разработаны методы и средства пространственно-частотной фильтрации фонового радиоизлучения атмосферы, созданы высокочувствительные приемные устройства для радиометрического приема сверхслабых сигналов; антенны и радиометрические приёмные устройства.

- исследованы оптические свойства атмосферы, фона неба и разработаны методы селекции излучения звезд, исследовано влияние динамики движения изображения при пеленговании;

- разработаны методы и устройства высокоточной пространственной гироскопической стабилизации с использованием безредукторных следящих систем.

Эволюция техники радиосекстанов нескольких поколений заключалась:

- в комплексировании оптических, радиоэлектронных и оптоэлектронных каналов приема и обработки информации, систем гироскопической стабилизации и прецизионного углового сопровождения;

- в повышении точности измерения угловых координат ориентиров.

За три десятилетия были разработаны и поставлены флоту свыше 80 радиооптических секстанов. Радиосекстаны не имеют аналогов за рубежом, в этой наукоемкой области приоритет отечественной науки и техники бесспорен.

Большой вклад в осуществление этих разработок внесли исследования Пешехонова В.Г., особенно – в части теории пространственной фильтрации фонового излучения атмосферы и создания специализированных антенных устройств СВЧ. В части комплексного построения радиооптических секстанов большой вклад принадлежит М.К. Петушкову и О.М. Никончуку. Вопросы систем гироскопической стабилизации разрабатывались В.А. Бесекерским и В.М. Зиненко; вопросы создания радиоприёмных устройств – В.Е. Янушкевичем.

Проблема обработки навигационной информации всегда рассматривалась как одна из важнейших. Надо заметить, что в конце 50-х – начале 60-х гг. В.И. Маслевским было предложено первое практическое решение задачи комплексирования двух независимых навигационных приборов – гирокомпаса и гироазимута. При этом осуществлялось сглаживание колебаний гирокомпаса на фоне линейно-нарастающего сигнала ошибки с помощью стационарного фильтра в течение нескольких периодов колебаний. Возглавлял эти разработки и внедрил в навигационные комплексы С.Б. Востоков.

В настоящее время в ЦНИИ «Электроприбор» с успехом разрабатываются и применяются оптимальные алгоритмы обработки, основанные как на использовании частотного (винеровского) подхода и ориентированные на стационарные линейные системы, так и алгоритмы, построение которых основано на применение теории нестационарной калмановской фильтрации во временной области. Причем в последнем случае речь идет, в том числе, и о нелинейных задачах. Активно развивается направление, связанное с винеровской фильтрацией, начатое, как было отмечено выше, работами И.Б. Челпанова и Л.П. Несенюка. По этой тематике было защищено несколько кандидатских диссертаций их учеников и последователей.

Вопросы калмановской фильтрации отражены в ранних работах С.С. Ривкина, а также в написанной им в соавторстве с Р.И. Ивановским и А.В. Костровым монографии «Статистическая оптимизация навигационных систем» (Л.: Судостроение, 1976), ставшей одной из первых отечественных монографий, посвященных применению теории оптимальной фильтрации для решения навигационных задач

Направление, связанное с теорией калмановской фильтрации, получило значительное развитие после прихода в ЦНИИ «Электроприбор» в 1975 г. С.П. Дмитриева. Уже в 1977 г. вышел обзор «Нелинейные задачи обработки навигационной информации», подготовленный им вместе с Л.И. Шимелевичем и посвященный возможностям применения теории нелинейной фильтрации в задачах обработки навигационной информации. В 1991 г. вышла в свет книга С.П. Дмитриева «Высокоточная морская навигация», в которой, помимо результатов предыдущих исследований, был рассмотрен ряд новых вопросов, связанных с адаптивным оцениванием, многоальтернативной фильтрацией, исследованием влияния аномального гравитационного поля Земли на погрешности инерциальных навигационных систем и ряд других. В 1997 г. им же была опубликована монография «Инерциальные методы в инженерной геодезии», посвященная особенностям использования теории оптимальной фильтрации при решении задач геодезической проблематики. Под руководством С.П. Дмитриева были подготовлены и успешно защищены ряд кандидатских и докторских диссертаций, в которых получили дальнейшее развитие методы калмановской фильтрации в приложениях к навигационной тематике. Вопросы применения фильтрации при решении нелинейных задач были исследованы О.А. Степановым в кандидатской (1983), а затем в докторской диссертации (1992). Материалы этих исследований послужили основой для подготовки О.А. Степановым монографий: «Методы оценки потенциальной точности в корреляционно-экстремальных системах» (1993) и «Применение теории нелинейной фильтрации в задачах обработки навигационной информации» (1998). Значительные заслуги в направлении внедрения алгоритмов калмановской фильтрации при решении задач обработки навигационной информации с целью повышения точности навигационных систем принадлежат также В.А. Тупысеву и Г.И. Емельянцеву.

Перед институтом с особой остротой всегда стояла проблема обеспечения высокой надежности и сопутствующая ей проблема технической диагностики для разрабатываемых комплексов и систем. Это объяснялось спецификой задач морской автономной навигации, предполагающей непрерывное продолжительное (до нескольких месяцев) функционирование при обеспечении заданной точности выработки навигационных параметров. Указанные проблемы стояли не только в практической, но и в теоретической плоскости, поскольку известные из литературы результаты не всегда позволяли эффективно справляться с возникающими на практике задачами.

Трудности были связаны, в частности, с получением адекватной оценки надежности для реальных навигационных комплексов (НК). Эти оценки должны были учитывать множественность режимов функционирования НК, характеризующихся разной эффективностью, ограниченность реально достигаемого уровня восстановления аппаратуры после отказов, неполноту используемых средств диагностирования. Одной из первых значимых работ в этой области была монография В.И. Зарудного «Надежность судовой навигационной аппаратуры», вышедшая в свет в Ленинграде в 1973 г. В последующие годы исследования были продолжены в работах М.С. Финкельштейна и представлены в его докторской диссертации и вышедших в свет монографиях «Надежность и живучесть радиоэлектронных систем» (1990) и «Модели случайных точечных процессов в задачах анализа надежности и безопасности» (1999).

В рамках надежностной проблематики сложилось отдельное и очень важное для навигации направление информационной надежности, т.е. надежности по так называемым информационным отказам. Заметим, что любой отказ в НК целесообразно определять как событие, состоящее в превышении погрешностью выработки хотя бы одного навигационного параметра некоторого заданного порогового значения. Определяющей же особенностью информационного отказа является то, что он возни-

кает в НК или его системах при отсутствии в них аппаратных отказов. Достижения в этой области нашли отражение в докторской диссертации А.В. Осипова, а в 2003 г. были представлены на страницах подготовленной им совместно с С.П. Дмитриевым и Н.В. Колесовым монографии «Информационная надежность, контроль и диагностика навигационных систем».

Связанное с надежностью диагностическое направление также всегда достаточно активно развивалось в институте, поскольку качество применяемых средств диагностирования существенно влияет на надежность НК и его систем. Причем опять-таки исследования велись по двум направлениям – диагностирования информационных и аппаратных отказов.

В области диагностирования информационных отказов значимыми представляются результаты С.П. Дмитриева и А.В. Осипова, основанные на использовании алгоритмов многоальтернативной фильтрации и опубликованные в вышеупомянутой монографии. Также можно упомянуть немаловажное направление, связанное с диагностированием вычислительных систем НК, реализующих распределенные вычисления в режиме жесткого реального времени. Достижения в этой области в основном связаны с исследованиями Н.В. Колесова, результаты которых, сформулированные в виде многоуровневого подхода, вошли в его докторскую диссертацию и монографию «Многоуровневое проектирование средств тестового и функционального диагностирования специализированных вычислительных комплексов» (1992).

Впечатляющие успехи ученых-электроприборовцев с 70-х гг. в существенной степени обеспечивались влиянием и мощной поддержкой их лидера – члена-корреспондента АН СССР Пешехонова В.Г. (1987), возглавившего в 1991 г. ЦНИИ «Электроприбор». В 2000 г. В.Г. Пешехонов был избран действительным членом Российской академии наук.

Уже в 70-е гг. В.Г. Пешехонов являлся ведущим специалистом страны в области высокоточной навигации, автором основополагающих трудов по теории морской радиоастронавигации, принципам построения морских навигационных комплексов и их составных частей. С 1973 г. он – главный конструктор морских навигационных комплексов, под его руководством создано три поколения комплексов. В.Г. Пешехонов лично участвовал в испытаниях атомных подводных лодок четырех проектов и головного атомного крейсера, в том числе, в первом зимнем походе отечественной атомной подводной лодки к Северному географическому полюсу в марте 1980 г. Область его научных интересов широка и включает проблемы интегрированных систем навигации, наземной и аэрокосмической навигации и ориентации, интеллектуальных технологий в навигации.

В феврале 1995 г. – в тяжелые времена как для России в целом, так и для Российской науки в особенности – группой ведущих ученых, таких как В.З. Гусинский, С.П. Дмитриев, В.Б. Диомидов, Г.И. Емельянец, В.М. Зиненко, С.Ф. Коновалов, Н.А. Кузнецов, Ю.А. Лукомский, Д.П. Лукьянов, А.В. Небылов, Л.П. Несенюк, В.Г. Пешехонов, А.Е. Сазонов, И.Н. Сапожников, Д.А. Скороходов, И.Б. Челпанов и рядом других была создана «Академия навигации и управления движением» (АНУД) как общественное объединение ученых в области навигации и управления движением. Со дня основания АНУД ее президентом является В.Г. Пешехонов, ученым секретарем – А.В. Небылов. Время подтвердило востребованность этого объединения: сейчас в его состав входят более 370 членов, работающих в различных фирмах, университетах и организациях не только России, но и других стран. Членами Академии являются известные ученые из 11 стран: России, Германии, Индии, Канады, Китая, Сербии, США, Турции, Украины, Франции и Южной Кореи. Члены АНУД работают в 29 городах России и 5 городах Украины. ЦНИИ «Электроприбор» и «Академия навигации и управления дви-

жением» являются соучредителями общероссийского журнала «Гироскопия и навигация», редколлегию которого возглавляет В.Г. Пешехонов. При поддержке АНУД начиная с 1994 г. организуются ежегодные Санкт-Петербургские международные конференции по интегрированным навигационным системам, в которых принимают активное участие ведущие ученые из США, Франции, Италии, Германии и других стран.

С 1998 г. В.Г. Пешехонов возглавил Санкт-Петербургскую группу национального комитета по автоматическому управлению. Секретарем группы был избран Никифоров В.О. – молодой перспективный ученый из Санкт-Петербургского института точной механики и оптики, известный как в России, так и за рубежом своими работами в области адаптивного управления. В связи с приходом к руководству В.Г. Пешехонова работа группы заметно активизировалась. В Санкт-Петербурге стали проводиться многие авторитетные международные конференции по управлению, в частности, в 2001 г. был проведен 5-й симпозиум ИФАК «Nonlinear Control System (2001)». Председателем национального организационного комитета этого симпозиума был заведующий лабораторией «Управление сложными системами» Института проблем машиноведения РАН А.Л. Фрадков, которому принадлежит значительная роль в укреплении международного авторитета Санкт-Петербурга как научного центра России в области теории управления. Именно благодаря ему и усилиям его коллег по лаборатории (Б.Р. Андриевский, В.О. Никифоров, Д.А. Томчин, М.С. Ананьевский и др.) в Санкт-Петербурге проведены следующие конференции: «Управление колебаниями и хаосом» (1997, 2000); «Физика и управление» (2003, 2005); «9-th IFAC Workshop on Adaptation and Learning in Control and Learning (2007)»; «3-rd IFAC Workshop on Periodic Control Systems (2007)». В 2004 г. в Санкт-Петербурге был проведен 16-й симпозиум ИФАК «Automatic Control in Aerospace» и одновременно с ним пленум ИФАК. Основная заслуга в успешной организации этих мероприятий принадлежит активному члену Санкт-Петербургской группы А.В. Небылову – директору Международного института передовых аэрокосмических технологий СПбГУАП.

В июне 2006 г. в Санкт-Петербургском Доме ученых прошла незабываемая для научной общественности города встреча с легендой современной теории управления Р. Калманом. Для организации ее успешного проведения В.Г. Пешехоновым было создано специальное заседание Санкт-Петербургской группы национального комитета по автоматическому управлению с участием членов Президиума АНУД.

Академик В.Г. Пешехонов стал инициатором проведения первой Российской мультikonференции по проблемам управления, состоявшейся в 2006 г. и проведенной в кооперации с «Академией навигации и управления движением» и Санкт-Петербургской группой национального комитета по автоматическому управлению. Необходимость организации такой конференции обусловлена целесообразностью возрождения существовавшей в СССР традиции проведения ежегодных совещаний по автоматическому управлению. Успех первой конференции был очевиден и на 2008 г. запланирована вторая мультikonференция такого рода.

За последние годы значительно укрепилась научные связи ученых Санкт-Петербурга в целом, и работников ЦНИИ «Электроприбор», в частности, с Институтом проблем управления РАН в Москве. Укреплению сотрудничества в немалой степени способствовало избрание нового директора этого института академика РАН С.Н. Васильева. Уже третий год подряд в ИПУ проводится ежегодный общероссийский семинар «Современные методы навигации и управления движением», организуемый при активном участии ученых Санкт-Петербурга. Принято решение проводить этот семинар систематически.

Значительное внимание уделяет В.Г. Пешехонов вопросам воспитания молодых ученых. С этой целью с 1999 г. в ЦНИИ «Электроприбор» вновь возродилась

конференция молодых ученых «Навигация и управление движением», которая продолжила традиции научных молодежных конференций, проводившихся в ЦНИИ «Электроприбор» еще в 1953–1985 гг. Начиная с 2001 г. конференция проводится при активном участии Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» (СПбЭТУ), а с 2004 г. – при поддержке группы РНКАУ. В 2008 г. прошла уже Юбилейная 10-я конференция. Председателем оргкомитета всех конференций является член Президиума АНУД и член Санкт-Петербургской группы национального комитета, начальник образовательного центра ЦНИИ «Электроприбор» О.А. Степанов. Особенность этой конференции заключается в том, что она проводится в три этапа: традиционная составляющая конференции (вторая декада марта), которая проходит в ЦНИИ «Электроприбор»; интернет-конференция (с мая по октябрь) – в форме обсуждения размещенных в Интернет докладов из числа отобранных оргкомитетом и школа-семинар (конец сентября) – на базе ЦНИИ «Электроприбор» на живописном берегу Ладожского озера. Каждый год выпускается сборник трудов конференции, в котором публикуются прошедшие несколько этапов отбора доклады. Нередко материалы из докладов цитируются в серьезных научных работах. Конференция стала традиционным и популярным местом встречи молодых ученых, работающих в соответствующих академических и прикладных институтах, университетах, промышленных предприятиях и коммерческих организациях. Лауреаты Санкт-Петербургской конференции являются активными участниками российских и международных авторитетных конференций таких, например, как Европейские конференции по управлению, Международный конгресс по автоматическому управлению, Симпозиум по гиротехнологиям и ряда других.

В целях подготовки высококлассных специалистов в области навигации и управления движением в ЦНИИ «Электроприбор» по инициативе В.Г. Пешехонова на конкурсной основе формируются специальные группы целевой подготовки из студентов старших курсов ведущих вузов города. В 2004 г. было заключено соглашение о сотрудничестве между ЦНИИ «Электроприбор» и тремя ведущими университетами города: СПбЭТУ, СПбГУАП и СПбГУ ИТМО. В результате проведения этого уникального эксперимента, который длится уже почти 5 лет, у студентов трех вузов (ежегодно это 70–80 человек) имеется возможность слушать лекции ведущих ученых из разных вузов, представляющих различные научные школы. Весьма существенно, что при содействии ЦНИИ создается и современная лабораторная база, наличие которой обеспечивает не только возможность получения студентами теоретических знаний, но также их практическое закрепление в процессе участия в проведении научных исследований. Результатом всех проводимых мероприятий в ЦНИИ «Электроприбор» в последние годы стало наблюдающееся возрождение интереса у молодежи к научной деятельности и, в частности, устойчивый рост желающих поступать в аспирантуру.

В заключение следует отметить, что в настоящее время в ЦНИИ «Электроприбор» сложилась научная школа в области навигации, гироскопии и управления движением, возглавляемая академиком В.Г. Пешехоновым. Эта школа признана не только в пределах России, но и за рубежом. В настоящее время она объединяет 25 докторов и более 90 кандидатов наук. В рамках школы поддерживается и развивается ряд научных направлений, которые, в свою очередь, возглавляются известными учеными. Так, например, направление прецизионных навигационных систем возглавляет д.т.н., профессор, заслуженный изобретатель РФ Гусинский В.З.; направление высокоточных малогабаритных навигационных комплексов – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки России Л.П. Несенюк; направление обработки навигационной информации и управления движением – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и тех-

ники РФ С.П. Дмитриев. Все лидеры направлений воспитали плеяду учеников, среди которых многочисленные кандидаты и доктора наук.

За научные достижения и выдающиеся практические разработки девяти сотрудникам института присвоено звание лауреата Ленинской премии, 47 человек удостоены звания лауреата Государственной премии СССР, 5 – лауреата Государственной премии РФ, 9 – лауреата премии Правительства РФ, 22 ученых имеют почетные звания Российской Федерации.

Представляется, что именно сочетание практических разработок с глубокими теоретическими исследованиями принесло достойные плоды, которые были высоко оценены государством.

* * *

*«Настоящей наукой можно заниматься в обществе,
построенном на иных принципах, чем купля-продажа»*

Н. Винер

ЧАСТЬ III

ВЫДАЮЩИЕСЯ УЧЕНЫЕ

**Академик Жорес Иванович Алфёров:
Гражданин. Ученый. Патриот.**

**Исследования Леонида Витальевича Канторовича
в области программирования в 1950-х годах**

«КИБЕР-БЕРГ»: АКАДЕМИК АКСЕЛЬ ИВАНОВИЧ БЕРГ

Академик Воронов Авенир Аркадьевич

О Евгении Павловиче Попове

**Александр Александрович Вавилов –
ученый, педагог, организатор науки и высшей школы**

Владимир Иванович Зубов

Святослав Сергеевич Лавров

Владимир Иванович Сифоров

О Викторе Ильиче Варшавском

Тарас Николаевич Соколов

АКАДЕМИК ЖОРЕС ИВАНОВИЧ АЛФЁРОВ Гражданин. Ученый. Патриот.

Гражданин

*«Распад Советского Союза был не только
экономической катастрофой.
Это была трагедия для всего человечества
в двадцатом веке».*

Жорес Алфёров

Почетный гражданин городов Санкт-Петербурга, Минска и Витебска, лауреат Ленинской премии, Государственных премий СССР и России, лауреат Демидовской, Киотовской и Нобелевской премий Жорес Иванович Алфёров родился в Беларуси, однако вся его жизнь корнями связана с Россией. В начале прошлого века белорусская диаспора была в Санкт-Петербурге второй – после русских – этнической группой. Как как известно еще из дореволюционных энциклопедических изданий, с давних времен сельская и местечковая беднота в Белоруссии уходила на заработки в город, а для жителей Витебской губернии, где и родился в 1930 г. будущий нобелевский лауреат, таким городом был, прежде всего, Санкт-Петербург.

Семья Алфёровых – интернациональна, и интернационализм и социализм были искренними убеждениями, той идейной средой, в которой воспитывались братья Маркс и Жорес. Отец нобелевского лауреата Иван Карлович Алфёров – участник Первой мировой и Гражданской войн, прожил долгую жизнь. В молодости он был легок на подъем. Перемещения по огромной стране, с севера на юг и в Сибирь, смена мест работы и коллективов, которыми он руководил, были привычны и желанны, как для многих его современников, охваченных энтузиазмом огромного строительства. В сентябре 1917 г. он стал членом Российской социал-демократической рабочей партии (большевиков), и вере в её идеи не изменял никогда.

Вместе с родителями колесили по стране и дети. Не случайно одну из глав своей автобиографической книги академик Алфёров назвал: *«Наш адрес не дом и не улица, наш адрес – Советский Союз»*. Родители Жореса Ивановича, как большинство людей того поколения, стойко верили в революционную идею. Это были честные и умные люди. *«Жизнь потом усложнялась, но, однако, я не могу, ни при каких обстоятельствах, ни при каких изменениях взглядов на прошлое, упрекать и тем более осуждать таких людей. Перед памятью всей их большой, ничем не запятнанной жизни»*, – писал о родителях Жореса Ивановича его друг академик Борис Петрович Захарченя.

Приехав в Ленинград в 1948 г. после окончания с золотой медалью минской школы и первого курса Белорусского политехнического института, Жорес Алфёров с отличием окончил ЛЭТИ – Ленинградский электротехнический институт имени В.И. Ульянова (Ленина) и более полувека проработал в знаменитом Физтехе –

Ленинградском Физико-техническом институте имени А.Ф. Иоффе. Попав после окончания вуза в Физтех, молодой ученый занимался в лаборатории профессора Владимира Максимовича Тучкевича физикой мощных полупроводниковых вентилей-тиристоров. Работа была связана с многочисленными поездками в Северодвинск, где вентили, созданные на кристаллах германия, устанавливались на первых атомных подводных лодках. Так ковался оборонный потенциал страны. За участие в этих работах в 1959 г. молодой ученый был награжден орденом «Знак Почета».

Исключительно большое влияние на формирование юного Жореса оказал старший брат Маркс Алфёров. Поэтому, как отмечают хорошо знающие Жореса Ивановича друзья, на многие проблемы современной жизни он «смотрит глазами лейтенанта Отечественной войны Маркса Алфёрова». В кабинете Жореса Ивановича на даче, где он живет и работает намного больше, чем в городской квартире, висит портрет брата Маркса в старой форме командира Красной Армии с полевыми петлицами – зелеными «кубарями».

«Я буду драться, чтобы мой отец был свободным человеком, мать – свободным деятелем человечества, братишка – человеком будущего и человеком с большим будущим. Я буду бороться и за себя. За Ваше и свое право на свободную жизнь», – такие слова писал родным с фронта пехотный лейтенант Маркс Алфёров, погибший в 1944 году в Корсунь-Шевченковском сражении.

Глядя на его портрет, говорит Жорес Алфёров, я вижу немой укор брата: – *«Как же это могло случиться, что после того, как мы разбили фашистов и отстояли впервые в мире созданное государство трудящихся, страну, целью которой была социальная справедливость, вы все это дали уничтожить?»*

– *Как же могло случиться, что к нашей стране сегодня можно снова обращаться строками великого Михаила Лермонтова:*

*«Прощай, немытая Россия,
Страна рабов, страна господ,
И вы, мундиры голубые,
И ты, послушный им народ».*

Огромной трагедией для академика Алфёрова стал не распад, а сознательный развал Советского Союза. Его обида и горечь концентрированно представлены в одной его фразе: *«Я счастлив, что мои родители не дожили до этого времени».*

«Мы потерпели сокрушительное поражение в холодной войне. Развал Советского Союза произошел для многих неожиданно быстро, но готовился достаточно долго. Россия – одна из самых богатых природными ресурсами стран мира. Многие стремились захватить эти богатства. Пытался осуществить это Гитлер, развязавший Вторую мировую войну. И можно только удивляться, как одна из самых культурных наций Европы дружно пошла грабить другие страны и народы, не стесняясь самых бандитских форм этого грабежа.

В открытом бою мы отстояли свою страну, принесли освобождение от коричневой чумы народам Европы и Германии, в первую очередь. Но после Второй мировой войны против нашей страны были использованы другие средства. Пятую колонну в лагере противников, как известно, создавали еще фашисты. Наши современные «квислинги» по глупости или нарочно предали великую страну», – говорит и пишет Жорес Иванович. К кормилу власти пришли люди, для которых единственным богом, которому они молятся, являются деньги. Великая и могучая держава оказалась на обочине мировой истории. «Даже если мы ограничимся экономическими последствиями развала СССР – его можно квалифицировать только как экономическую катастрофу», – подчеркивает академик Алфёров.

Жорес Иванович – человек исключительно эмоциональный, и это подкупает всякого, кто общается с ним близко. Выступая в Государственной Думе и во многих местах за ее пределами, Ж.И. Алфёров выражает свою гражданскую позицию, суть которой нельзя свести к ностальгии по советскому строю. Он сетует по поводу утраты многих социальных гарантий наших граждан, ему больно видеть, что природные богатства страны оказались захваченными группой людей, эгоистические интересы которых вступают в резкое противоречие с интересами развития всего общества. Академик Алфёров не может смириться с тем, что наша промышленность, строившаяся десятилетиями, пришла в упадок, что больно ударило и по науке. За многое обидно нашему нобелевскому лауреату; он хотел бы гордиться своей страной, которую строил его отец, за которую отдал жизнь его старший брат.

«Я думаю, что в XXI веке наша страна поднимется», заявляет академик Алфёров. Эти слова ученого-гражданина наверняка разделяют все, кому дорога Россия, кто верит в ее достойное будущее.

Ученый

*«Мы просто делали интересную физику,
на основе которой получились замечательные вещи:
те же компьютеры, тот же Интернет».*

Жорес Алфёров

Развитие физики и технологии полупроводниковых гетероструктур привело к значительным переменам в нашей повседневной жизни. Телевидение, компьютеры, Интернет, мобильные телефоны, проигрыватели для компакт-дисков, лазеры всех мастей, солнечные батареи сегодня стали неотъемлемыми ее атрибутами. Открытие транзистора привело к изменению социальной структуры населения сначала развитых стран, а затем постепенно и всех остальных. Именно открытие транзистора дает нам право говорить о наступлении постиндустриального времени, времени информационного общества.

Нобелевская премия последнего года минувшего столетия была присуждена за труды, заложившие основу современной информационной техники. Отмеченные ею работы – это два ствола современных информационных технологий: интегральные схемы – вся современная микроэлектроника, а гетероструктуры – прежде всего телекоммуникации, связь, и выросли эти стволы из зерен – открытий транзистора и лазерно-мазерного принципа. Лауреатами стали три выдающихся физика: американцы Джек С. Килби, Герберт Кремер и россиянин Жорес Иванович Алфёров.

Гетероструктуры дают возможность решить проблему управления фундаментальными параметрами в полупроводниковых кристаллах и приборах: шириной запрещенной зоны, эффективными массами носителей и их подвижностями, показателем преломления, электронным энергетическим спектром и т.д. Создание «идеального» гетероперехода и введение концепции гетероструктуры в физику и технологию полупроводников привело к открытию новых физических эффектов, кардинальному улучшению характеристик фактически всех известных и созданию новых типов полупроводниковых приборов. Электронные устройства на основе гетероструктур сегодня широко используются во многих областях человеческой деятельности.

Королевская академия наук Швеции, представляя нобелевского лауреата, так описала для широкой публики заслуги академика Алфёрова: «... Быстрые транзисторы, созданные на основе открытой им гетероструктурной технологии, используются в радиоспутниковой связи и мобильных телефонах. Лазерные диоды передают инфор-

мационные потоки посредством оптоволоконных сетей интернета. Их можно обнаружить в проигрывателе CD-дисков, устройстве, декодирующем товарные ярлыки, лазерной указке и во многом другом. <...> В будущем лампочки накаливания уступят место светоизлучающим диодам».

Уже на втором курсе, обучаясь в ЛЭТИ, студент Алфёров вступил в Студенческое научное общество, а в начале третьего курса начал работать на кафедре основ электровакуумной техники, возглавлявшейся лауреатом Сталинской премии Борисом Павловичем Козыревым. Кафедра в то время в основном специализировалась на разработке методов регистрации инфракрасного излучения. Свою первую научную награду (Почетную грамоту Ленинградского обкома комсомола и министра высшего образования СССР) Жорес Алфёров получил в 1951 г. за доклад на студенческой научной конференции.

«ЛЭТИ – институт, сыгравший выдающуюся роль в развитии отечественной радиотехники, электроники и образования в этих областях», – подчеркивает Жорес Иванович. Возникший в 1886 г. как училище телеграфных инженеров имени Александра II, уже в 20-х – начале 30-х гг. ЛЭТИ стал центром образования и исследований в области радиотехники и электроники. Его первым выборным директором был изобретатель радио А.С. Попов. ЛЭТИ – активный участник плана ГОЭЛРО. Первенец ГОЭЛРО – Волховская ГЭС – воздвигалась по проекту и под руководством академика Г.О. Графтио. В последующие годы основателями научных школ в ЛЭТИ стали академик А.И. Берг, профессора В.И. Сифоров, А.А. Шапошников, И.Г. Фрейман и другие. *«В послевоенные годы радиотехнический и электронный факультеты ЛЭТИ были, наверное, самыми сильными в стране»,* – отмечает академик Алфёров.

Интерес к полупроводникам юному исследователю привила Наталья Николаевна Созина – жена будущего ректора института Александра Александровича Вавилова. Жорес Иванович часто с благодарностью вспоминает эту свою первую наставницу в науке.

В последующие годы, работая в Физтехе он очень быстро дополнил свое инженерно-техническое образование физическим и стал высококласным специалистом по квантовой физике полупроводниковых приборов.

Систематическое изучение полупроводников было начато в Физико-техническом институте в начале 30-х гг. под прямым руководством его основателя – Абрама Федоровича Иоффе. Уже в 1932 г. В.П. Жузе и Б.В. Курчатов исследуют собственную и примесную проводимость полупроводников. В том же году А.Ф. Иоффе и Я.И. Френкель создают теорию выпрямления тока на контакте металл-полупроводник, основанную на явлении туннелирования. В 1931 и 1936 гг. Я.И. Френкель публикует свои знаменитые статьи, где предсказал экситонные эффекты и разработал теорию экситонов в полупроводниках. Впоследствии экситоны были экспериментально обнаружены Е.Ф. Гроссом в 1951 г. *«Мы почерпнули очень много из того высокого теоретического, технологического и экспериментального уровня исследований, который существовал в ФТИ в то время»,* – вспоминает Жорес Иванович.

Как известно, в первые послевоенные годы произошло крупнейшее научное событие – были созданы транзисторы, на многие годы определившие одно из главных направлений работы физиков. Сначала молодой исследователь шел в кильватере тех исследований, которые полным ходом уже велись во всем мире. Но его предприимчивый, живой ум искал новый путь в науке, и Жорес Алфёров обратил внимание на гетероструктуры. Многие научные сотрудники, в том числе и его руководитель, заведующий лабораторией Владимир Максимович Тучкевич, отговаривали Алфёрова заниматься гетеропереходами, не веря в перспективность этой тематики.

Хотя сама идея использования гетероструктур в полупроводниковой электронике была выдвинута уже на заре развития электроники, но многочисленные попытки реа-

лизовать ее были безуспешны. Приборы на гетероструктурах не получались. Причина была в сложности создания гетероперехода близкого к идеальному, то есть такого, где размеры элементарных ячеек кристаллических решеток разных полупроводников, составляющих переход, практически совпадали бы. Найти такую гетеропару никто не мог. Именно за это, казалось бы, безнадежное дело и взялся Жорес Алфёров.

Как рассказывает Жорес Иванович, поиски были трудными. Первоначально теоретические изыскания продвигались существенно быстрее, чем их экспериментальная реализация. Для идеального гетероперехода подходили арсенид галлия (GaAs – известнейшее в полупроводниковом мире соединение) и арсенид алюминия (AlAs), но последний мгновенно окислялся на воздухе, и о его использовании, казалось, не могло быть и речи. Однако кладовые природы хранят в себе драгоценнейшие подарки, а ищущий всегда находит. Оказалось, что ключи к нужной кладовой уже были подобраны физтеховской сотрудницей Ниной Александровной Горюновой, замечательным специалистом по химии полупроводников. В 1950 г. ею и А.Р. Регелем, а несколько позже немецким физиком Г. Велькером были теоретически предсказаны и экспериментально открыты свойства полупроводниковых соединений $A^{III}B^V$ (соединения III и V групп таблицы Менделеева).

Жорес Иванович всегда с огромным пиететом относился к энергии и таланту рано ушедшей из жизни Нины Александровны, понял и оценил ее выдающуюся роль в науке. Об открытии Горюновой и Регеля за рубежом стало известно много позже, поэтому в мире долгое время приписывали это открытие лишь немецкому ученому. Получая в последующем золотую медаль Велькера, Жорес Иванович Алфёров заметил, что ее следовало бы называть медалью «Велькера-Регеля-Горюновой».

На ранней стадии исследования гетероструктур теоретические изыскания были выполнены американским исследователем Г. Кремером. Однако следующий важный шаг был сделан, когда независимо Ж. Алфёровым и Р.Ф. Казариновым, а в США Г. Кремером была сформулирована концепция лазеров на основе двойной гетероструктуры (ДГС). В 1966 г. Алфёров с коллегами предсказали эффект «суперинжекции», при котором плотность инжектированных носителей могла бы на несколько порядков превосходить плотность носителей в широкозонном эмиттере. В полученном в 1963 г. Ж.И. Алфёровым и Р.Ф. Казариновым авторском свидетельстве исследователи отметили возможность достигнуть высокой плотности инжектирования носителей и инверсной заселенности с помощью «двойной» инжекции. При этом они особо указали на то, что лазеры на гомопереходах «не обеспечивают непрерывного режима генерации при повышенных температурах», и как дополнительное преимущество ДГС лазеров рассмотрели возможности «увеличения излучающей поверхности и использования новых материалов для получения излучения в различных областях спектра».

В статье, направленной в новый советский журнал «Физика и техника полупроводников», Ж. Алфёров обобщил свои представления основных преимуществ ДГС для различных устройств, особенно для лазеров и высокоомощных выпрямителей. Среди большинства исследователей в то время имел место общий скептицизм относительно возможности создания «идеального» гетероперехода с бездефектной границей и тем более с теоретически предсказываемыми свойствами инжекции. *«Даже фактическая реализация эффективных широкозонных эмиттеров рассматривалась попросту как невозможная, наш патент лазера на ДГС многими рассматривался как «бумажный патент»*, – вспоминает Жорес Иванович.

Однако дальнейший прогресс в области полупроводниковых гетероструктур был стремительным. В 1967 г. в физтеховской лаборатории Ж.И. Алфёрова и исследовательском центре корпорации ИВМ одновременно и независимо друг от друга были открыты первые уникальные, фактически идеальные AlGaAs-гетероструктуры. В последующие годы в Физтехе создаются наиболее важные приборы, в которых

реализуются основные преимущества гетероструктур. Среди них: низкопороговые ДГС лазеры при комнатной температуре; высокоэффективные светодиоды; солнечные элементы и биполярные транзисторы на гетероструктурах; тиристорные переключатели на гетероструктурах. Большинство этих результатов было воспроизведено в других лабораториях в течение 1-2 лет, а в некоторых случаях даже позже.

Международная конкуренция в 70-х гг. была очень сильной. Как рассказывает Ж.И. Алфёров: *«Достижение режима непрерывной лазерной генерации при комнатной температуре вызвало взрыв интереса к физике и технологии полупроводниковых структур. Мой доклад произвел большое впечатление на участников конференции в университете города Ньюарк в США в 1969 г., потому что в этой области мы оказались впереди американских исследователей почти на два года»*.

В 1971 г. в авторском свидетельстве физтеховцев были сформулированы основные идеи относительно лазера с распределенной обратной связью. В последующем ими был выполнен теоретический анализ работы такого полупроводникового лазера и созданы действующие установки.

После того как Жорес Алфёров с командой своих сотрудников сделал первый лазер на гетеропереходе, он обронил фразу: *«Я гетеропереходящую всю полупроводниковую микроэлектронику!»*. И действительно, из достигнутых на сегодня результатов по исследованию гетеропереходов в полупроводниках и созданию новых приборов на их основе значительная часть впервые была получена в лаборатории контактных явлений в полупроводниках Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе АН СССР. При этом Жорес Иванович Алфёров и коллеги отмечают, что большой вклад на начальном этапе в понимание электронных процессов в гетеролазерах внес физик-теоретик Рудольф Казаринов.

К 1970 г., когда американцами были созданы первые волокна с малыми потерями, в физтеховской лаборатории Жореса Алфёрова впервые в мире уже появились полупроводниковые лазеры на основе полупроводниковых гетероструктур, работающие в непрерывном режиме при комнатной температуре. В итоге возникла волоконно-оптическая связь. Гетероструктуры в системе ALAs-GaAs являются идеальным материалом для создания оптических интегральных схем, так как в данном случае возможна реализация в одном монокристалле практически любого набора элементов такой схемы.

Как известно, оптические методы передачи и обработки информации оказались весьма привлекательны благодаря значительной большей плотности информации в единице объема, помехозащищенности, высокой скорости записи и обработки.

Сегодня едва ли возможно вообразить нашу жизнь без телекоммуникационных систем, основанных на лазерах с двойной гетероструктурой, без гетероструктурных светодиодов и биполярных транзисторов, без малощумящих транзисторов с высокой подвижностью электронов, применяющихся в высокочастотных устройствах, в том числе в системах спутникового телевидения. Лазер с ДГС присутствует теперь фактически в каждом доме в проигрывателе компакт-дисков. Примечательно, что работает он на той же длине волны, на которой впервые на практике была осуществлена генерация экспериментального прибора в физтеховской лаборатории Жореса Ивановича Алфёрова.

Солнечные элементы с гетероструктурами широко используются сегодня как для космических, так и для земных программ. За время, прошедшее после создания первых гетерофотоэлементов AlGaAs в 1969 г. в Физико-техническом институте имени А.Ф. Иоффе АН СССР, их КПД достиг рекордной величины – 40% и, что не менее важно, была продемонстрирована их способность эффективно работать при высоких температурах и, следовательно, на концентрированных потоках солнечной радиации. Полупроводниковые солнечные батареи уже более двух десятилетий являются основным и почти единственным источником энергоснабжения космических аппаратов: больших орбитальных космических станций «Мир», спутников «Космос» и многих других.

Патриот

«Будущее России определится не Богом и не верой в Бога, не верой в президента и его доброй волей, а научным потенциалом страны, развитием науки и образования».

Жорес Алфёров

Депутат Государственной Думы Российской Федерации Жорес Иванович Алфёров сегодня – единственный в мире нобелевский лауреат, который одновременно является членом парламента. В качестве депутата он особенно горячо выступает за разработку и принятие законов, обеспечивающих перспективу сохранения и развития фундаментальной науки в нашей стране, он пламенно защищает российскую науку, образование и культуру, в том числе и от невежества, ханжества и мракобесия.

Когда академик Ж.И. Алфёров стал нобелевским лауреатом, его публицистическая деятельность естественным образом возросла. Но при этом неизменной осталась его позиция защитника вечных ценностей: научной истины, социальной справедливости, веры в будущее.

«Я думаю, что самое страшное для нас сегодня, страшное действительно, по большому счету, – это то, что даже тогда, когда мы сохранили научный потенциал, когда наши лаборатории сохраняют научное лидерство в мире, практически наши результаты почти не востребованы в нашей, своей, стране», – говорит и пишет Жорес Алфёров. Нужно совершенно четко понимать, что даже фундаментальная наука, абстрактные науки погибнут, если не развивается экономика, основанная, что называется, на знаниях.

Белорус по национальности, интернационалист по духу, Жорес Иванович Алфёров принадлежит к когорте тех людей, кто остался верен идеалам социалистического отечества, утверждая, что *«несмотря на все то, что с нами произошло, идеи социальной справедливости не умрут»*. Идя на очередные выборы, он прямо заявлял: *«Я – за КПРФ!»*

Говоря о Союзе России и Беларуси он занимает последовательную позицию отстаивания необходимости реального создания Союзного государства, подчеркивая, что *«кому-то очень нужно задушить саму возможность возрождения нашего Союза»*, поскольку равные возможности для экономических структур России и Беларуси могут продемонстрировать для большинства населения преимущества белорусской модели экономики. Это снова поставило бы на повестку дня для общества возможность социального выбора.

«Первым политическим деятелем, не только осознавшим всю глубину политической и экономической трагедии разрушения СССР, но и приступившим к его воссозданию, был президент республики Беларусь – Александр Григорьевич Лукашенко», – отмечает Жорес Иванович и при этом подчеркивает, что в среде белорусской научной и научно-технической интеллигенции многие очень болезненно переживают распад Советского Союза. Хотя, может быть, и не все с одобрением относятся к президенту Лукашенко, но все понимают, что только он в сегодняшних условиях может справиться с создавшейся ситуацией. Белорусы, благодаря прежде всего энергии, воле и огромному авторитету А.Г. Лукашенко, сохранили промышленность. Хотя в Беларуси нет ни нефти, ни газа, ни металла, ни угля, а есть только головы и рабочие руки, там работает промышленность, которую они не позволили приватизировать. Белорусы – единственные, кто сумел сохранить электронику. *«Электроника России сохранена не более чем на 25%. На Украине ее больше не существует. В других республиках –*

тоже. А электронная промышленность Белоруссии работает. Если в советское время выпускалось триста миллионов «чипов», то в 2003 г. – миллиард», – подчеркивает Жорес Алфёров. «Я очень благодарен моей республике и горжусь замечательным белорусским народом, гораздо больше сохранившим советские идеалы, чем растратившая их Россия», – говорит он.

В нынешних условиях нужно немалое гражданское мужество, чтобы прямо заявить: «Несколько лет тому назад я воспринял предложение президента России В.В. Путина объединяться путем вхождения Беларуси областями или целиком в качестве субъектов Российской Федерации как оскорбление белорусского народа. Белоруссия вместе с СССР и Украиной – государства-основатели ООН, и лишить ее государственности никто не имеет права. Для России Беларусь – друг и защитник западных границ. Любовь и дружба наших народов требуют такта и уважения со стороны руководства. И тогда они нерушимы».

Главное в Жоресе Алфёрове, как отмечают его друзья и товарищи по научному цеху, – это любовь к науке, понимание ее красоты и умение видеть основное в задумываемом, планируемом и свершенном. В наше непростое время, используя возможности парламентария (возможности для общения с влиятельными людьми) депутату Алфёрову удалось «пробить» создание и строительство уникального научно-образовательного центра при ленинградском Физтехе, где обучение физике начинается уже со школьной скамьи. «Наш центр – это Дело, Дело святое. И страна и народ от этого выиграют», – так говорит о своем детище сам Жорес Иванович.

Наша страна должна строить собственную экономику на хай-теке и определять экономическое развитие наукой, в противном случае она будет строить свое будущее на распродаже сырьевых ресурсов. Поэтому великое и благое дело, если мы будем делать все, чтобы Россия развивалась на основе выверенных экономических принципов. Сегодня главная задача в экономике страны – возрождение наукоемких отраслей промышленности. Без этого отечественная наука просто не будет востребована в России. Очень важно делать вполне конкретные шаги по этой дороге, делать то, что ты можешь. «Сегодня я бьюсь над возрождением отечественной электроники. Потому что она была, есть и на ближайшие 30-40 лет останется движущей силой развития всех отраслей промышленности, всей экономики, в том числе ее социальной сферы. Рассуждать о том, что мы компьютеры купим, чипы купим, значит обрекать себя на роль придатка технологически продвинутых стран! В Государственной Думе я потому, что могу помочь нашей науке выжить в нынешних трудных условиях», – так сказал академик Алфёров в одном из интервью журналистам.

* * *

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕОНИДА ВИТАЛЬЕВИЧА КАНТОРОВИЧА В ОБЛАСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ в 1950-х годах

Известный математик и экономист Леонид Витальевич Канторович (1912-1986), лауреат Государственной (Сталинской) премии СССР (1948), Ленинской премии (1965) и Нобелевской премии по экономике (1975), в 1950–1960-е гг. активно занимался вопросами использования вычислительных машин, причем начал эти работы еще тогда, когда в Ленинграде не было ни одной вычислительной машины. Этот интерес стимулировался проводившимися тогда в ЛОМИ под его руководством очень ответственными вычислительными работами (расчетами по атомной программе), выполнявшимися по правительственному поручению.

В качестве доступного вычислительного средства, кроме немецких электромеханических настольных автоматов и полуавтоматов «Рейнметалл» и «Мерседес-Эвклид», математикам предлагались так называемые счетно-аналитические комплекты, работающие с перфокартами. Они были закуплены для обработки результатов Всесоюзной переписи населения и по завершении этой работы мало использовались. Канторович и его сотрудники нашли новые интересные применения для этого комплекта. Мы обсудим этот очень интересный этап исследований в следующем параграфе.

При появлении доступных для группы вычислительных машин (сначала только в Москве), которые сразу же стали использоваться для расчетов, появились естественные раздумья о стиле программирования. Нужно напомнить, что программирование первоначально велось в реальных адресах, – автокод появился у советских программистов довольно поздно. В это время у Л.В. Канторовича появилась идея «крупно-блочного программирования» – создания интерпретаторов, которым можно было бы передавать задание в терминах крупных стандартных действий над объектами. (В нашем обзоре мы используем комментарий наиболее активной участницы этой работы, Людмилы Трофимовны Петровой.)

Весьма интересны приложения вычислительной техники, которые увидел Л.В. Канторович в те времена. Здесь, кроме традиционных вычислений, нужно назвать, прежде всего, автоматическое производство выкладок, для которого был создан один из ПРОРАБов (так назывались в группе Канторовича специализированные интерпретаторы). Разумеется, одним из важнейших направлений считалось и проведение экономических расчетов, так как применение математики в экономике было в то время одним из наиболее интересных для Леонида Витальевича направлений.

Чрезвычайно интересны нематематические приложения вычислительной техники, которые Канторович смог увидеть в то время. Подробнее об этом можно прочитать в его статье «Перспективы развития и использования электронных счетных машин», опубликованной во втором томе обзора «Математика, ее содержание, методы и значение» (М., 1956). Этот обзор сыграл свою роль в борьбе с преодоленной попыткой «лысенковщины» в математике. Интересный материал содержался также в рукописи Л.В. Канторовича «Значение современных счетных машин для человеческой культуры», увидевшей свет только в 2004 г.

Имевшаяся техника

Итак, группа Канторовича начала осваивать громоздкий и неуклюжий счетно-аналитический комплект, в котором в качестве средства программирования использовалась коммутационная доска. Позднее Леонид Витальевич в своей мемуарной статье «Мой путь в науке», впервые опубликованной в сокращенном виде в 1987 г. журналом «Успехи математических наук», вспоминал: *«М.К. Гавурин и я предложили некоторые новые схемы использования этих счетных машин. Основной принцип их эффективного использования – это запараллеливание аналогичных вычислений, благодаря чему появлялась возможность введения простейших программных изменений на коммутационной доске (конечно, вручную)»*. Способы скорой выборки из таблиц и способ расчета скалярного произведения не умножением, а сложением на табуляторе, были предложены авторами еще в 1948 г. (при этом один из сомножителей формировался не в десятичной, а в двоичной системе).

Серьезным конкретным достижением было вычисление на этой примитивной технике таблиц Бесселевых функций до 120 порядка на большом интервале. Наиболее интересным решением, позволившим получить такие результаты, было запараллеливание вычислений при интегрировании на этих машинах дифференциального уравнения для Бесселевых функций. Запараллеливание достигалось тем, что промежуток интегрирования был разбит на несколько интервалов и функции разных номеров на каждом из интервалов вычислялись одновременно, поэтому получались достаточно большие массивы одинаковых операций, которые эффективно осуществлялись на этих машинах. Результаты этой работы были опубликованы в справочнике «Таблицы функций Бесселя $J_n(x)$ целых номеров от 0 до 120», подготовленном М.К. Гавуриным и В.Н. Фаддеевой (Гостехиздат, 1950).

«Эта работа была сделана при моем участии М.К. Гавуриным и В.Н. Фаддеевой. Любопытно, что параллельно таблицы Бесселевых функций рассчитывались в США на машинах «Марк» и даже «ЭНИАК». Наша работа началась двумя годами позже и была выполнена всего за полтора года, еще до того, как закончилось издание американских таблиц», – писал Леонид Витальевич.

Нужно отметить, что в то время Канторович думал и над усовершенствованием используемой вычислительной техники. Вместе с М.К. Гавуриным и В.Л. Эпштейном они разработали «Функциональный преобразователь» – релейное вычислительное устройство, предназначенное для вычисления значений функций, наиболее часто встречающихся в расчете. Это устройство было создано в 1946–1950 гг. и запатентовано в 1954 г. Авторское свидетельство № 98671 «Функциональный преобразователь» было выдано Л.В. Канторовичу, М.К. Гавурину и В.Л. Эпштейну с приоритетом от 03.10.1955 г.

Отметим, что интерес к разработке вычислительных средств сохранился у Леонида Витальевича и в дальнейшем. Особый успех выпал на долю разработанного им совместно с Н.Н. Посновым и Ю.П. Петровым релейного счетного устройства, запущенного в серию под названиями «Вятка» и «Вильнюс». По имевшимся у Л.В. Канторовича сведениям за 10 лет советские заводы выпустили около 40 тыс. этих машин. Еще на ряд изобретений Л.В. Канторович совместно с Я.И. Фетом и другими авторами получил патенты в 1960-е гг., когда он работал в Новосибирске.

Описание и анализ вычислительных схем

В связи с появлением доступных вычислительных машин группа Канторовича стала, наряду с практическим программированием, заниматься разработкой средств, облегчающих программирование. Публикации этой группы в области программирования начались в 1956 г. Первая статья «Перспективы развития и использования

электронных счетных машин» была опубликована Л.В. Канторовичем во втором томе сборника «Математика, ее содержание, методы и значение». В основе предложенного авторами подхода лежит фундаментальное понятие абстрактных схем вычислений, которые являются информационными объектами наряду с обычными величинами. Этими схемами выражалась система отношений между объектами: рассматривалось отношение непосредственной подчиненности между результатом и его аргументами, вводилась важное понятие явной схемы. Суть этого понятия хорошо рассмотреть на простом примере, который без изменений приводится в нескольких работах того времени.

Пусть требуется вычислить: $y = \sqrt{x+a}(\cos \sqrt{x+a} + e^x) + e^x/\sqrt{x+a}$.

Запишем последовательность вычислений, «собирающих» эту формулу из первоначальных значений x и a . Обозначая искомый результат номером 1, представим его как сумму двух слагаемых с номерами 2 и 3: $1 = (+, 2, 3)$. Выражение номер 2 представимо произведением выражений 4 и 5: $2 = (\times, 4, 5)$. 4 – это квадратный корень из выражения 6: $4 = (\sqrt{\cdot}, 6)$. Теперь без пояснений запишем всю формулу полностью как схему вычисления:

$1 = (+, 2, 3)$. $2 = (\times, 4, 5)$ $4 = (\sqrt{\cdot}, 6)$. $6 = (+, 7, 8)$ $7 = x$ $8 = a$;
 $5 = (+, 9, 10)$. $9 = (\cos, 4)$ $10 = (\text{exp}, 7)$. $3 = (:/, 10, 4)$.

Эти вычисления могут быть представлены деревом, что и показано на рисунке – авторском чертеже. Из чертежа видно, что некоторым величинам соответствуют в дереве несколько вершин.

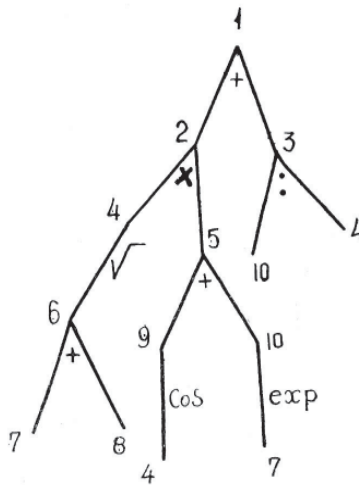


Рис. Дерево вычислений

Канторович и его соавторы предусматривали возможность анализа и преобразования абстрактных схем на синтаксическом уровне. На семантическом уровне рассматривалось отношение совместности аргументов, вводилось понятие решения схемы, изучалось преобразование схем по схемным тождествам (по образцам).

Многие решения, найденные тогда в крупноблочной схемной символической, актуальны и сегодня. Схемы Канторовича, модельный (уровневый) подход, методы трансляции, гибко сочетающие компиляцию и интерпретацию, находят свое отражение в современных системах программирования. Можно сказать, что Л.В. Канторович на заре теории программирования, когда программы разрабатывались еще в машинных кодах, сумел верно указать принципиальные пути ее развития более чем на 30 лет вперед. Следует

заметить также, что всего несколько лет назад подобная схема с некоторыми упрощениями появилась под названием «прямолинейная программа» в качестве удобной модели сжатого текста при изучении трудоемкости операций над сжатыми текстами.

ПРОРАБЫ (крупноблочное программирование)

Использованный авторами термин «крупноблочное программирование» был заимствован ими из области строительства. В послевоенном восстановлении Ленинграда темы строительства были очень популярны, и рациональные нововведения горячо обсуждались. Я помню, как пропагандировался переход в строительстве к «крупным блокам» – их размеры были много больше, чем у обычных кирпичей. Крупные блоки подготовили переход к панельному строительству и сборному железобетону. Термин ПРОРАБ (производитель работ) также был взят из строительства.

Что же касается крупноблочного программирования, то, кроме воспоминаний самого Л.В. Канторовича, есть комментарий упоминавшийся выше Людмилы Трофимовны Петровой. В своем «Комментарии к работам Л.В. Канторовича по крупноблочному программированию», опубликованном в Сборнике трудов Института математики СО АН СССР (1987), она пишет: «Крупноблочные системы программирования оперировали не с индивидуальными числами и символами, а с укрупненными агрегированными информационными объектами. Такие структуры данных (матрицы, векторы, последовательности, деревья, схемы и т. п.) выступали как целое в вычислительных планах, а стандартные способы обработки отдельных элементов этих объектов выполнялись автоматически на нижних уровнях. Это давало возможность ввести иерархическую структуру в языки программирования, освобождая верхние уровни от ненужной детализации, обеспечивая компактность и обзорность записи программ на этих языках. С каждой величиной связывались три характеристики, выделялись три ее стороны:

- 1) имя;
- 2) справка (информация о типе и структуре величины, о размещении ее в машинной памяти);
- 3) запись (т. е. значение, фактическое представление элементов величины, ее денотат).

Так очень естественно уже на первых шагах Л.В. Канторовичем были отчетливо введены в рассмотрение синтаксический, смысловой и интерпретационный уровни информационных объектов, и объект рассматривался «объемно», как целостное единство этих компонент».

Описание схемы вычислений в «ПРОРАБах» содержало не только простейшие арифметические операции, но и (в соответствии со сказанным выше) многие укрупненные операции над объектами (упорядочение массивов, скалярные произведения, операции над матрицами и т. п.), которые выполнялись с помощью подпрограмм.

В ходе реализации этой идеи было разработано несколько таких ПРОРАБов:

- ПРОРАБ для операций с векторами и матрицами;
- полиномиальный ПРОРАБ;
- ПРОРАБ для проведения аналитических выкладок».

Конечно же, они разрабатывались в натуральных программных кодах, и передаваемый им план вычислений тоже выглядел как число – кодовая последовательность. Описание «Полиномиальный прораб и проведение аналитических выкладок на ЭВМ» было приведено, например, в статье Т.Н. Смирновой в Трудах Математического института АН СССР (1962, Т. 66). К сожалению, фактически написанные в это время программы «погибли дважды» – при переходе в программировании на автокод и алгоритмические языки и при отказе от тех ЭВМ, для которых ПРОРАБы были написаны.

О выкладках стоит сказать особо. Кажется удивительным, что в те времена, когда на вычислительной машине был только цифровой ввод (о том, что на перфокарте можно набивать буквы, стало известно программистам много позже) и вывод, исследователи уже задумывались о том, как эти машины можно использовать в проведении сложных выкладок. Тем не менее, этому вопросу уже было уделено внимание Л.В. Канторовичем, Л.Т. Петровой и М.А. Яковлевой в выступлении на конференции «Пути развития советского математического машиностроения и приборостроения», проходившей в марте 1956 г. в Москве (материалы были опубликованы).

Прогнозы на будущее

Здесь можно начать с нескольких абзацев из статьи Л.В. Канторовича 1954 г., «Значение современных счетных машин для человеческой культуры», опубликованной только 50 лет спустя. После объяснения принципов работы вычислительных машин и возможностей их использования в вычислениях и управлении промышленными и транспортными агрегатами он пишет: *«Перейдем к другим видам применения счетных машин. Оказывается, что, помимо вычислений, с помощью тех же машин могут выполняться различные другие виды работ. Так, если буквенный текст закодирован в цифровой форме, то с помощью электронных машин осуществимы различные виды его анализа и обработки. Для их выполнения достаточно тех же возможностей машин, которые используются для числовых расчетов, а именно: ввод и вывод данных, фиксация и хранение результатов, сопоставление, логическая обработка и классификация и вообще обработка по определенной программе, учитывающей различные условия.*

Нельзя считать исключением, что когда-нибудь такие машины будут использоваться поэты для подбора рифм, созвучий, синонимов и т. п. В частности, имеется опыт подбора с помощью машин разнообразной информации по определенному вопросу – составление библиографии, выписка из литературы, содержащих все фрагменты, где идет речь о данном вопросе, предмете или лице. Имеются данные об использовании тех же машин для целей автоматической расшифровки и дешифровки текстов.

Наиболее неожиданными и интересными в этом отношении являются опыты применения электронных машин для перевода текста с одного языка на другой. Имеется в виду разработка программ перевода, обеспечивающих не только буквальный перевод отдельных слов по словарю, но и соблюдение ряда грамматических правил, необходимое изменение порядка слов в предложении, подбор из нескольких возможных значений слова, наиболее подходящего в данном контексте. Конечно, построение подобной системы является делом, требующим длительной разработки с участием филологов. Трудно сказать, насколько данная система будет совершенной. Однако уже были проведены первые удачные опыты такого перевода с русского языка на английский с использованием словаря небольшого размера.

Другим любопытным примером применения машин является игра. В простейших играх, в частности, допускающих точный математический анализ, таких как крестики-нолики, машина может играть наилучшим образом. Были, однако, проведены также опыты игры с помощью машины даже в шахматы и шашки. Принцип игры состоит в том, что машина сопоставляет все варианты, скажем, на два хода вперед, оценивая по определенным правилам полученную в результате позицию. Конечно, такая система обеспечивает довольно примитивный уровень игры. Однако уже в настоящее время вполне осуществимо решение с помощью машины задачи на мат в 2-3 хода, а также исчерпывающий анализ эндшпиля с малым числом фигур, причем, на основе использования результатов анализа, машина может разыгрывать подобные

этюды наилучшим мыслимым образом. Надо считать вероятным, что в дальнейшем обнаружатся возможности и более успешного использования машин в шахматной игре. Следует отметить, что использование цифровых машин для игры представляет не только любопытный курьёз, но может иметь также определенный научный и практический интерес. ...

Следует помнить, однако, что во всех случаях использования электронных машин для автоматизации умственного труда машина никогда не может осуществлять самостоятельную умственную деятельность: она создана человеком, осуществляет свои функции в указанное им время, по данным им заданиям и предписаниям, предусматривающим её действие при всех возможных обстоятельствах. Она представляет лишь придаток, продолжение человеческого мозга, подобно тому, как обычные машины представляют продолжение рук человека, и поэтому, конечно, не может заменить человека в его умственной деятельности».

Интересно, что уже в то время Л.В. Канторович предвидел многие современные применения вычислительных машин – вплоть до рисования мультфильмов. К сожалению, работы школы Л.В. Канторовича не «состыковались» с западным развитием программирования на базе универсальных языков программирования. В 1950-е гг. для такой стыковки не было никакой возможности: не было ни оборудования, ни кадровых ресурсов. Но после того как вычислительные машины и программирование распространились повсеместно, во многих системах идеи Канторовича, часто переоткрытые независимо, зажили новой жизнью.

В 2004 г. Новосибирским издательством СО РАН были изданы два обширных тома библиографического издания «Леонид Витальевич Канторович: человек и ученый» (редакторы-составители В.Л. Канторович, С.С. Кутателадзе и Я.И. Фет.), содержащие много интересных материалов о его жизни и творчестве. На его страницах представлен и полный текст мемуарной статьи Леонида Витальевича «Мой путь в науке».

* * *

«КИБЕР-БЕРГ»: АКАДЕМИК АКСЕЛЬ ИВАНОВИЧ БЕРГ

«Человек с большой буквы».

Л.П. Крайзмер

Минувший век, который часто называли веком радиоэлектроники, был ознаменован тремя великими достижениями: освобождением атомной энергии, выходом человека в космос и рождением кибернетики. Широкое внедрение в практику таких научно-технических достижений как радиовещание, телевидение, радиолокация, компьютеры и Интернет изменили мир. В когорте отечественных ученых, от А.С. Попова до Ж.И. Алфёрова, внесших наиболее существенный вклад в развитие научно-технического прогресса, свое почетное место занимает академик Аксель Иванович Берг.

Выдающийся ученый и организатор науки, Герой Социалистического Труда, адмирал-инженер, академик Аксель Иванович Берг был человеком, с именем которого непосредственно связано развитие ряда новых направлений научно-технического прогресса, прежде всего радиотехники и электроники. Он сыграл выдающуюся роль в становлении вычислительной техники и развитии автоматизированных систем управления в нашей стране. Инициатор и руководитель исследований по кибернетике и ее приложениям, создатель и на протяжении 20 лет бессменный председатель научного Совета по кибернетике при Президиуме Академии наук А.И. Берг внес значительный вклад в становление в нашей стране бионики, технической кибернетики, структурной лингвистики, искусственного интеллекта. Девизом всей его жизни были слова: *«Я не представляю себя, своей жизни вне людей и живой работы».*¹

Детство, юность

*«На три четверти швед и
на одну четверть – итальянец».*

И. Радунская

Родился Аксель Иванович Берг в 1893 г. в Оренбурге, в семье русского генерала шведского происхождения Ивана Александровича Берга, все предки которого жили в Выборге (русском городе еще со времен Петра I). Старые культурные традиции, одаренность, увлеченность, чувства долга и чести были характерны для этой семьи. Мальчик рано лишился отца, а его мать – урожденная Елизавета Камилловна Бертольди «осталась с большой семьей и маленькой пенсией». Семья перебралась сначала в Выборг, а затем в Петербург. Позже Е.К. Берг – *«учительница рисования»*, как писал в своих автобиографиях Аксель Иванович – была директриссой Мариинской женской гимназии в Царском Селе.

Первый язык, которым овладел маленький Аксель, был татарский (и няня, и горничная, и отцов денщик в Оренбурге – все были татарами). Вторым языком был фин-

¹ Путь в большую науку: академик Аксель Берг. – М.: Наука, 1988.

ский (население Выборга, куда переехала вдова с детьми, в большинстве своем было финским.) Среднее образование Аксель Берг получил в Петербурге. Проучившись год в немецкой школе («Петришуле»), он затем поступил в Александровский кадетский корпус, где мог учиться за казенный счет. После выпуска, сдав необходимые экзамены, юноша продолжил образование в Морском корпусе, который после русско-японской войны стал всеобщим.

Страсть к морю юному Акселю привил друг его деда адмирал Мирбах, ранее преподававший в Морском корпусе математические науки и плававший с гардемаринами на учебных судах. Дед же по матери, Антонио Камилло Бертольди учил внука игре на скрипке. Позже, уже в кадетском корпусе, Аксель сам занимался на уроках скрипки, музыканта из оркестра Мариинского театра, и даже занял место второй скрипки в кадетском оркестре под управлением известного дирижера Франца Францевича Шоллара.

С Александровским кадетским корпусом в жизни А.И. Берга связан забавный эпизод. После того как мать привела его и оставила в интернате юному Акселю стало страшно от предстоящей жизни: всегда по команде, всегда – на виду. И он, воспользовавшись первым же удобным случаем, выпрыгнул в окно. Но побег не удался, беглеца вернули. И жизнь пошла по заведенному распорядку...*

Решив поступать в Морской корпус, Аксель Берг самостоятельно изучал астрономию и космографию. Морской корпус, ведущий свою историю от Школы математических и навигацких наук (Навигацкой школы), основанной еще Петром I, давал своим воспитанникам серьезную подготовку по физико-математическим и прикладным морским наукам, позволял овладевать иностранными языками, способствовал приобретению навыков к светскому поведению и в зависимости от склонностей помогал им приобщиться к тому или иному виду искусств. В Морском корпусе преподавали лучшие ученые моряки, в том числе и такие выдающиеся как А.Н. Крылов и Ю.М. Шокальский. Их пример отношения к порученному делу обязывал и обучающихся работать с полной нагрузкой. Кадет Берг мечтал стать штурманом. *«Именно в Морском корпусе меня приучили проводить эксперименты, оценивать точность полученных результатов. Это умение теперь называем сбором информации... Я очень интересовался астрономией, лоцией, навигацией и другими штурманскими дисциплинами»,* – вспоминал о годах, проведенных в Морском корпусе, сам Аксель Иванович.

Флотская служба

«В жизни всегда есть место подвигу».

М. Горький

Гардемарини на четвертом году обучения принимали присягу и числились на действительной службе по флоту. По окончании Морского корпуса в 1914 г. А.И. Берг был произведен в офицеры. В общей сложности на флоте Аксель Иванович прослужит 48 лет, пройдя путь от гардемарина до адмирал-инженера. В Первую мировую войну мичман Берг – младший штурман линейного корабля «Цесаревич», позже – штурман английской подводной лодки «Е-8», входившей в состав русского флота. Он принимал участие в боях на Балтике и в 1916 г. «за самоотвержие, мужество и усиленные труды в обстановке военного времени» был награжден орденом Станислава 3-й степени.

* Кто знает, не верни тогда офицер-воспитатель в строй юношу, может быть и лишилась бы, в последствии, наука большого ученого?!

Начало XX века в России происходило в обстановке бурных социальных и политических потрясений. В феврале 1917 г. лейтенант Берг по приглашению судового комитета продолжил службу на подводной лодке «Е-8». В дни Октябрьской революции он находился в плавании в море. Во время одной из боевых операций при пожаре на лодке получил отравление газами и в бессознательном состоянии был доставлен в госпиталь. Позже А.И. Берг служил штурманским офицером строящегося на Путиловской верфи эсминца и одновременно был назначен помощником флаг-капитана Балтийского флота по оперативной части. Эта работа соответствовала духу его кипучей натуры. Имея опыт войны на Балтийском море, А.И. Берг выполнил ряд поручений Совнаркома по переводу кораблей из Ревеля и Гельсингфорса в Кронштадт, участвовал в организации героического «Ледового похода» в апреле 1918 г., позволившего спасти боевые корабли флота.

В 1919 г. военмор А.И. Берг назначается штурманом подводной лодки «Пантера», принимает участие в боях с английскими интервентами. В последующие годы А.И. Берг командовал подводными лодками «Рысь» и «Волк», занимаясь их восстановлением и обучением экипажей. За ним закрепилось мнение как об офицере, способном своим энтузиазмом решать вопросы восстановления и введения в строй подводных лодок. Ему поручают срочно ввести в строй еще одну подводную лодку. За самоотверженную работу по восстановлению и приведению в боевую готовность этой новейшей по тем временам подводной лодки «Змея» (*«Мы доделывали ее своими руками»*, – рассказывал позднее Аксель Иванович) в ноябре 1922 г. он был удостоен звания «Героя Труда Отдельного Дивизиона подлодок Балтморя». Аттестат об этом награждении Аксель Иванович хранил всю жизнь.

Сам А.И. Берг в те годы пытается продолжить учебу; он зачислен в учебный класс специалистов-подводников комсостава флота. Знакомство со сложной техникой, особенно с электротехникой, которой в значительной мере были насыщены подводные лодки, приводит моряка Берга к решению стать инженером-электриком. На правах вольнослушателя он становится студентом Петроградского политехнического университета, где ему удалось сдать экзамены и зачеты за четыре курса, но окончить институт, совмещая учебу со службой на флоте, не представлялось возможным.

В конце 1922 г. медицинская комиссия признает А.И. Берга негодным для дальнейшего пребывания в составе действующего флота по состоянию здоровья. В течение года, сдав недостающие экзамены и защитив дипломный проект, он заканчивает электротехнический факультет Высшего военного инженерного училища, получает диплом инженера-электрика флота и поступает на радиотехническое отделение Военно-морской академии. На учебу в академию пришел зрелый боевой офицер и командир, понимавший значение радиотехники и радиосвязи для развития и совершенствования флота.

Радиотехника – первая любовь в науке

«С веком наравне»

Учебу в академии А.И. Берг совмещает с преподаванием радиотехники в училищах разного уровня: он преподает радиотехнику на курсах старшин-телеграфистов, ведет преподавательскую работу сразу в двух высших военных училищах, разрабатывает учебно-методическую литературу. *«Трудно было учиться в Академии, так как не было никаких специальных учебников и до многого приходилось доходить самостоятельно, но это имело и свою положительную сторону, ибо знания основательно закрепляются только тогда, когда они приобретаются ценой затраты упорного труда, я бы сказал творческого труда...»*, – писал позже в своих воспоминаниях Аксель Иванович.

В тот период в радиотехнике совершался переход от искровых – к новым, ламповым радиостанциям. И Берг пишет свои первые учебники: «Пустотные приборы. Курс для старшин-телеграфистов» (Л., 1924), «Катодные лампы. Курс для слушателей электротехнического факультета Военной инженерной академии РККА» (Л., 1925) и «Общая теория радиотехники. Курс для Высшего военно-морского инженерного училища» (Л., 1925). Ратуя за фундаментальность образования, в своей статье «К вопросу о необходимом объеме математики на технических отделениях Морской академии Рабоче-крестьянского Красного флота, опубликованной в «Морском сборнике» в 1924 г., А.И. Берг писал: *«Глубоко ошибочно мнение, что электротехники меньше нуждаются в математике, чем другие специалисты академии».*

Первые навыки обращения с аппаратурой радиосвязи сам А.И. Берг получил еще в годы Первой мировой войны со времен службы штурманом на подводной лодке. Именно тогда он увлекся исследованиями в области навигации и радиоприема. Служба на подводной лодке явилась для него своеобразной исследовательской лабораторией. *«Чтобы точно определить местоположение и выдержать курс среди минных полей, нужно было знать точное время. Сигнал точного времени в 1916 г. передавали по радио французы, немцы и англичане. Когда я его принимал, на лодке стояла тишина»,* – рассказывал сам Аксель Иванович. С тех лет увлечение радиосвязью стало делом всей его жизни, а радио оставалось его первой любовью в науке. Нарождавшаяся новая – ламповая – радиотехника сулила широкие просторы для поисков и свершений.

Аксель Иванович неоднократно говорил, что *«врос»* в радиотехнику под влиянием Иманта Георгиевича Фреймана, одаренного русского ученого-радиотехника, профессора Военно-морской академии и Электротехнического института имени В.И. Ульянова (Ленина). И.Г. Фрейман высоко ценил своего ученика. Еще с 1926 г. А.И. Берг стал помогать вести на кафедре И.Г. Фреймана расчеты по читавшемуся профессором Фрейманом радиотехническому курсу. А в 1929 г. после безвременной кончины своего учителя А.И. Берг стал заведующим кафедрой ЛЭТИ и руководителем всей радиотехнической подготовкой в институте. И много позже, переехав в Москву, Аксель Иванович старался не прерывать связи с институтом. Особенно это проявилось вскоре после окончания Великой Отечественной войны, когда он занялся в ЛЭТИ организацией подготовки инженеров по радиолокации и телевидению, положив тем самым начало радиотехническому факультету.

Окончив в 1925 г. академию, А.И. Берг получил назначение на должность преподавателя Военно-морского инженерного училища, и его сразу же назначили членом секции связи и навигации научно-технического комитета Военно-Морских Сил РККА. В 1927 г. его назначают уже на должность председателя этой секции. *«Через два года после окончания Академии мне пришлось возглавить деятельность по перевооружению флота новой техникой...»*, – писал в своих воспоминаниях академик А.И. Берг.

С середины 20-х гг. Аксель Иванович Берг стал одним из ведущих радиоспециалистов Военно-Морского Флота. Работы Берга 20-х и 30-х годов способствовали существенному продвижению в теории радиопередающих и радиоприемных устройств. Только по теории и методикам расчета ламповых схем с 1925 по 1942 годы им было опубликовано семь учебных пособий и монографий, более десятка статей, излагавших новые результаты. Он разрабатывал вопросы теории, которые позволили создать методики расчета приемно-усилительных и передающих устройств, базирующихся на лампах различных типов – от тетродов до пентодов; эта теория распространялась на самые различные режимы работы генераторных схем. Исследовалась Бергом также и проблематика, относящаяся к вопросам модуляции и методам расчета соответствующих устройств. В 1936 г. без защиты диссертации А.И. Бергу была присвоена ученая степень доктора технических наук.

Отличительной особенностью научно-технической деятельности А.И. Берга всегда являлись новизна и актуальность тематики, оригинальность методов и практическая целеустремленность научных исследований, а также законченность работ, которые всегда доводились до расчетных формул, таблиц и графиков, позволяющих непосредственно применять результаты его исследований в инженерной практике. Свою основную работу он успешно совмещал с педагогической, читая радиотехнические дисциплины в Военно-морском инженерном училище, Военно-морской академии, Ленинградском электротехническом институте и других вузах. Работа в сфере науки была для А.И. Берга неотделима от ее популяризации. Биографы отмечают, что у Акселя Ивановича была замечательная черта: при внедрении в практику чего-то нового всегда начинать с пропаганды этого нового среди заинтересованных лиц и с подготовки соответствующих специалистов. *«Несмотря на большую организационно-техническую работу, я всегда находил время для педагогической деятельности, которая давала мне большое удовлетворение»*, – писал сам Аксель Иванович.

В 1928-1930 годах А.И. Берг выезжал в заграничные командировки в Германию, Соединенные Штаты Америки и Италию, где посещал промышленные предприятия и фирмы, знакомился с корабельными радиотехническими средствами, отбирал образцы приборов и оборудования, оформлял заказы на их приобретение.

А.И. Берг внес значительный вклад в становление и усовершенствование технической базы военно-морской связи отечественного флота. По его инициативе в 1927 г. создается Морской научно-испытательный полигон связи, который в 1932 г. преобразуется в Научно-исследовательский морской институт связи (НИМИС), а А.И. Берг назначается начальником этого института.

«Создание НИМИСа потребовало десяти лет борьбы», – отмечал сам Аксель Иванович. Его всегда отличали высокое чувство долга, принципиальность и непримиримость к недостаткам, которые он критиковал невзирая на лица. Вновь организованному институту было предписано решать задачи «по изысканию и созданию новых технических средств связи и наблюдения, обеспечивающих надежное и устойчивое управление силами флота». (Институт размещался в Ленинграде, в крыле здания Адмиралтейства, выходящем к Зимнему дворцу и реке Неве.)

До начала Великой Отечественной войны под руководством А.И. Берга коллективом работников НИМИСа была создана стройная система радиовооружения кораблей флота всех классов и береговых баз. Флот получил современные по тем временам средства связи. Были разработаны и внедрены две крупные системы радиовооружения, каждая из которых означала качественный скачок в области военно-морской радиосвязи.

Первая система – «Блокада-1» (1927–1932 гг.) – знаменовала собой конец старой искровой радиотехники с телеграфной работой затухающими колебаниями и переход на ламповые передатчики и приемники, позволившие осуществлять более надежную дальнюю радиосвязь с использованием телеграфной работы незатухающими колебаниями и радиотелефонии. За эти работы А.И. Берг был награжден орденом Красной Звезды.

Вторая система – «Блокада-2» (1934–1939 гг.) – означала переход на широкий и плавный диапазон коротких волн для дальней связи, создание более стабильной по частоте радиоаппаратуры и, следовательно, более стабильных радиолиний, что в дальнейшем создало возможность перехода к использованию автоматических методов передачи и приема. Этой системой флот был вооружен еще до начала Великой Отечественной войны и с этой аппаратурой вступил в войну. Как свидетельствует история, «ни одна операция флота не была сорвана по причине плохой работы техники связи».

Кроме работ, связанных с перевооружением кораблей флота радиосвязью, по инициативе Берга и под его руководством в институте выполнялись работы по гидро-

акустике, инфракрасной технике, связи в инфракрасном диапазоне, телемеханике, автоматике, по волновому управлению катерами, телеуправлению торпедными катерами и самолетами. Особое внимание при этом уделялось вопросу опознавания кораблей и подлодок. В 1936 г. под руководством А.И. Берга были поставлены первые в нашей стране опыты по радиолокации.

В годы репрессий

*«Смерть потом прольет публично
На нашу жизнь обратный свет...»*

И. Губерман

«А.И. Берг сын бывшего генерала, по национальности швед...» – как записано в хранящемся в Архиве томе следственного дела 1937-1939 гг. В декабре 1937 г. по обвинению во вредительстве (якобы, неоправданные затраты на НИР и ОКР по созданию новой техники) Акселя Ивановича Берга арестовали. Основанием для ареста послужило подозрение об участии в «антисоветском военном заговоре», так называемом «деле Тухачевского». Аксель Иванович содержался в кронштадтской и бутырской тюрьмах. Одно время его соседями по камере оказались будущий маршал К.К. Рокоссовский и будущий академик П.И. Лукирский. В мае 1940 года дело по обвинению А.И. Берга было прекращено «за недостаточностью улик», а в 90-е годы, уже после смерти Акселя Ивановича, на основании Закона РСФСР «О реабилитации жертв политических репрессий» он был полностью реабилитирован.

Об аресте Берга ходили легенды, он сам в определенной мере способствовал их возникновению. «Контр-адмирал Берг, бывший контрреволюционер», – так, по словам очевидцев, представлялся Аксель Иванович дамам на праздничных мероприятиях. В семье, как писала дочь Берга – Мария Алексеевна, бытовала версия: «На Черном море шли испытания связи между кораблями в условиях, приближающихся к военным. Испытания сорвались. Присутствовавший на испытаниях К.Е. Ворошилов спросил: – А где Берг? – Узнав, что Берг арестован, приказал разобраться и доложить лично».

Пережив репрессии, Аксель Иванович не снизил творческой активности. По словам самого Берга, при его встрече со Сталиным вскоре после освобождения, на вопрос «Можно ли мне доверять, ведь я только что вышел из тюрьмы?» И.В. Сталин ответил: «Вас обижают? Не обижают. Тот, кто Ваше дело вел, будет наказан...».²

В 1940 г. А.И. Бергу было присвоено воинское звание инженер – контр-адмирал.

Постановление ГКО «О радиолокации»

*«А иначе, зачем
на земле этой вечной живу?»*

Б. Окуджава

В годы Великой Отечественной войны и позже А.И. Берг внес огромный вклад в развитие радиотехнического и радиоэлектронного вооружения Советской Армии. Этот период его деятельности связан с созданием Совета по радиолокации. Новое для тех лет направление радиоэлектроники – радиолокация – уже овладевало умами

² Ерофеев Ю.Н. Аксель Иванович Берг. Жизнь и деятельность. М., 2007.

многих перспективно мыслящих военных. Появилась реальная возможность заинтересовать этой темой руководителей Центрального Комитета партии. Как отмечалось выше, первые в нашей стране работы по радиолокации начали проводиться в Научно-исследовательском морском институте связи, руководимом в то время А.И. Бергом, еще в 1936 г. В марте 1943 г. А.И. Берга вызывают в Москву к адмиралу Л.М. Галлеру, начальнику Главного штаба Военно-морского флота, и он привозит свою стройную схему организации радиолокации как отрасли отечественной промышленности.

Как вспоминал очевидец, участник событий, связанных с созданием Совета по радиолокации, впоследствии академик АН СССР Ю.В. Кобзарев: *«Было ясно, что нужны большие усилия, должна производиться большая организационная работа. Понимание этого в аппарате ЦК и привело к вызову А.И. Берга, известного выдающегося организатора, ученого и инженера в Москву, где ему были созданы хорошие условия для работы. Ему были даны большие права, но все это по особому «устному» распоряжению ЦК, без какого бы то ни было оформления. В то время аппарат ЦК имел большую власть. Действовал он от имени Государственного Комитета Оборона. Вызванный в Москву, А.И. Берг действовал весьма энергично. Он заготовил ряд плакатов, пояснявших принцип работы радиолокаторов и их эффективность. С этими плакатами он ездил к наркомам, докладывал, объяснял, убеждал, одним словом, вел широкую пропаганду. И эта его деятельность увенчалась успехом».*

В короткометражном фильме об А.И. Берге, отснятом в 1972 г. на студии Ленфильм, был озвучен рассказ самого Берга о его встрече со Сталиным: *«В ЦК ВКП(б) сочли необходимым привлечь внимание к этому делу. У Сталина состоялось совещание, на котором я был и докладывал, что нужно, чтобы каждый наркомат строил свои радиолокационные станции, но по единой системе вооружения, которую мы разработали. Многие возражали, но они не знали, что я до того в течение трех часов все это докладывал Сталину один на один. Сталин ходил, курил трубку, ругался, что он ничего не понимает – что я ему не так объясняю. Он походил, попыхивая трубкой, а потом сказал «А, по-моему, товарищ Берг прав».* Как свидетельствуют очевидцы, Аксель Иванович неоднократно повторял этот рассказ в частных беседах.

Постановление «О радиолокации» было принято 4 июля 1943 г. на заседании Государственного Комитета Оборона. Именно с этого времени термин «радиолокация» прочно вошел в лексикон специалистов и в разговорный язык, заменив словосочетание «радиообнаружение». Постановление ГКО сыграло огромную роль в развитии всего будущего радиоэлектронного комплекса страны, фактически из прописанной в нем отрасли в последующем возникла вся отечественная электронная промышленность. (Стоит отметить и такой немаловажный факт: как утверждал впоследствии ставший в 1972 г. министром электронной промышленности СССР В.Г. Колесников, *«электроника во времена СССР была самокупаемой».*³)

Для руководства создаваемым при ГКО Советом по радиолокации И.В. Сталин выбрал Г.М. Маленкова. А.И. Берг был утвержден заместителем наркома электропромышленности по радиолокации. Так, в коридорах кремлевской власти неожиданно встретились два уроженца Оренбурга. Член Государственного Комитета Оборона Г.М. Маленков во время войны занимался проблемами оборонного производства, в частности, оснащением Красной Армии самолетами. Он пользовался доверием и неафишируемой поддержкой И.В. Сталина. Совет по радиолокации представлял собой своеобразную организацию: в его распоряжении не было ни одного научно-исследовательского учреждения или производственного предприятия – все они находились в ведении оборонных наркоматов. Однако все рекомендации и указания Совета по радиолокации выполнялись безоговорочно: за ним стоял авторитет Государственного

³ «Красная Звезда», 2003, 4 июля.

Комитета Обороны и законы военного времени. Аксель Иванович позже вспоминал: *«Я в трудные минуты, все-таки звонил по «вертушке» Сталину, несмотря на маленьковский запрет, и говорил о своих трудностях. Сталин всегда помогал...»*

Развитие радиолокации стимулировало работы по освоению импульсной техники, коротких радиоволн и разработку антенных устройств узконаправленного действия. Созданный в стране радиолокационный комплекс позволил решать поставленные правительством военные и гражданские задачи. Когда возникла проблема защиты страны от самолетов-бомбардировщиков, несущих ядерное оружие, созданный научный задел позволил к середине 50-х гг. оснастить систему противовоздушной обороны Москвы комплексом радиолокационных, радиотехнических и вычислительных средств, связанных в единую систему обнаружения целей и управления ракетой-перехватчиком. В 1961 г. отечественные специалисты при помощи отечественных РЛС впервые сбили противоракетой межконтинентальную баллистическую головку.⁴ (Заметим, что американцы смогли повторить такое лишь спустя 20 лет.)

В 1943 г. Аксель Иванович Берг избирается членом-корреспондентом Академии наук СССР. В 1944 г. он вступил в Коммунистическую партию Советского Союза, в том же году ему было присвоено воинское звание инженер – вице-адмирал. В 1946 г. после командировки А.И. Берга в Германию для выполнения специального задания Военное издательство выпустило под его редакцией обзор «Германские методы борьбы с радиолокационными станциями». В 1946 г. А.И. Берга избирают действительным членом Академии наук СССР. В 1951 г. Академия наук присудила А.И. Бергу золотую медаль имени А.С. Попова.

Свои организаторские функции Совет по радиолокации успешно выполнил. В связи с окончанием войны и прекращением чрезвычайного положения в стране в 1947 г. он был преобразован в Совет по радиолокации при Совете Министров СССР, а А.И. Берг был назначен Первым заместителем Председателя Совета по радиолокации при Совнаркоме СССР.

Еще ранее, в 1943 г. на А.И. Берга было возложено исполнение обязанностей директора «радиолокационного института» (ВНИИ-108), прописанного в постановлении ГКО «О радиолокации». Институт надо было создавать с нуля. Аксель Иванович активно занимался подбором научных кадров организуемого института. Одним из первых на работу в институт был приглашен ученый-физик с мировым именем академик В.А. Фок, который станет в 1946 г. первым лауреатом Сталинской премии 1-й степени за работы, выполненные в «сто восьмом». А.И. Берг руководил институтом до 1957 г., и уже тогда было заложено направление работы в области «противорадиолокации», радиоэлектронной борьбы. При поддержке А.И. Берга было выпущено постановление Совета Министров СССР о разработке самолетной станции помех, и эта станция была принята на вооружение.

В 1953 г. А.И. Берг назначается заместителем Министра обороны СССР по радиовооружению. Он был заместителем при двух министрах обороны: Н.А. Булганине и Г.К. Жукове, а его помощник К.Н. Трофимов в дальнейшем сыграл большую роль в организации разработок средств вычислительной техники военного назначения. Работая на посту заместителя министра обороны СССР, несмотря на колоссальную занятость организационными делами, сам А.И. Берг продолжает научную деятельность.

В послевоенный период А.И. Берг занимался промышленным внедрением радиоэлектроники. В 1953 г., собрав все организации, ведущие работы в области полупроводников, он организовал и возглавил межведомственный совет, задачей которого было направлять общие усилия разрозненных до тех пор организаций. Это сыграло

⁴ Кисунько Г.В. Секретная зона: Исповедь генерального конструктора. М.: Современник, 1996. С.416–417.

значительную роль в ускорении соответствующих разработок и в переходе к промышленному производству полупроводниковых приборов.

Развитие электроники в стране в 60-х гг. уже позволяло расширить ее применение за традиционные рамки радиотехники. Появилось новое направление – электронная вычислительная техника. Однако преимущества электроники перед классической электромагнитной и контактной автоматикой в те годы были понятны лишь ограниченному кругу специалистов, и этот вопрос надо было разъяснять технологам промышленности, машиностроителям, приборостроителям. Как свидетельствовали очевидцы, выступая в 1956 г. в ЛЭТИ на конференции по диэлектрикам и полупроводникам, Аксель Иванович в своем темпераментном выступлении энергичнейшим образом убеждал участников конференции в необходимости уделить самое серьезное внимание разработке ЭВМ. Он ратовал за то, чтобы кафедры и научно-исследовательские лаборатории вузов и НИИ широко развернули самостоятельное проектирование и изготовление вычислительной техники.

Особое значение Берг придавал проблемам автоматизации на основе электроники. Развитие автоматизации управления потребовало углубленного изучения объектов с точки зрения устойчивости их динамических состояний в различных режимах эксплуатации. Возникла и необходимость в разработке новых направлений в теории информации, теории регулирования, теории автоматического управления. К руководству этими работами А.И. Берг привлек крупных ученых: Б.Н. Петрова, А.А. Красовского, Б.С. Сотскова и др.

В 1955 г. А.И. Бергу было присвоено воинское звание инженер-адмирал. А в 1957 г. с ним случился тяжелый инфаркт и по личной просьбе он был освобожден от должности заместителя Министра обороны. Тем не менее, Аксель Иванович имел все основания записать в своем дневнике: *«Нет, жизнь прожита не напрасно. Хотя я не открыл ни одного нового закона, не сделал ни одного изобретения,* но тридцать лет работы в области радиоэлектроники, несомненно, принесли пользу моей стране».*

«КИБЕР-БЕРГ»

*«И академик, и герой,
и мореплаватель, и плотник...»*

А.С. Пушкин

Аксель Иванович Берг сыграл выдающуюся роль в становлении вычислительной техники и развитии автоматизированных систем управления в нашей стране. Став заместителем министра, Берг создал ряд крупных вычислительных центров – шаг, который недалёковидные работники считали ненужной поспешностью. Но это разорвало порочный круг кажущейся ненужности ЭВМ из-за недостатка возможностей их практического применения. Пионерская роль этих ВЦ оказалась весьма значительной.

С 1950 по 1963 гг. А.И. Берг являлся председателем Всесоюзного научного совета по радиофизике и радиотехнике (Радиосовета) Академии наук СССР. Он выступил инициатором создания Всесоюзного научного общества радиотехники и электросвязи имени А.С. Попова и в 1950 г. был избран его первым председателем. В 1954 году Берга на этом посту сменил его ученик В.И. Сифоров. Большое внимание Аксель Иванович Берг уделял пропаганде знаний по радиотехнике: он являлся членом редколлегии научно-популярного журнала «Радио», членом редколлегии журнала «Электричество»,

* Импульсный радиолокатор, на что с сожалением указывал академик Ю.Б. Кобзарев, своевременно не был заявлен и соответственно не запатентован.

а в 1962–1965 гг. главным редактором энциклопедии «Автоматизация производства и промышленная электроника». Еще в 1947 г. академик А.И. Берг выступил инициатором создания «Массовой радиобиблиотеки» и возглавил ее редакционную коллегию. В 2007 г. свое 60-летие это издание отметило выходом в свет 1280 выпуска, посвященного его создателю.

Интерес А.И. Берга к гуманитарным наукам и к их связям с техникой проявился в его тяготении к анализу проблем современной научно-технической революции, и, в частности, к выявлению исторических закономерностей в развитии радиотехники, электроники и связи. Его перу принадлежит много работ, посвященных изобретению радио. По существу только с работы А.И. Берга «А.С. Попов и изобретение радио», опубликованной в 1935 г., у нас начала формироваться действительно научная, документальная история радио. Во время подготовки к празднованию 100-летия со дня рождения А.С. Попова было выявлено много новых, ранее не опубликованных документов и материалов, в частности посвященных признанию приоритета А.С. Попова за рубежом. Часть из них вошла в сборник документов «Изобретение радио А.С. Поповым», вышедший в свет в 1966 г. под редакцией А.И. Берга.

Предвидя наступление «электронной эры», А.И. Берг поднимает вопрос о создании Научно-исследовательского института радиотехники и электроники АН СССР и становится его первым «директором-организатором» (1953–1955 гг.). Затем его усилия направляются на развитие кибернетики.

«Третья жизнь» – так в книге «Аксель Берг – человек XX века» назван кибернетический период деятельности А.И. Берга.⁵ Эта его деятельность во многом определила становление нового комплексного научного направления. *«Естественным ходом событий (вместе с развитием радио, которое в 20–30-х годах показало себя как блестящее средство связи, а в начале 40-х, во время Отечественной войны, как первоклассное оружие, а к концу 40-х годов дало внезапный выход – создание электронных вычислительных машин) я к 50-м годам пришел в кибернетику»*, – писал Аксель Иванович в своих воспоминаниях.

Проблема управления процессами и объектами возникла на заре человечества. Сам термин «кибернетика» появился еще двадцать пять веков назад в колыбели наук – древней Греции. Философ Платон применял его в своих трудах для обозначения искусства управления кораблём, т. е. искусства рулевого. Отсюда и пошло греческое «*кибернетес*» – «рулевой», «кормчий». Андре Мари Ампер, избранный иностранным членом Академии наук в Санкт-Петербурге, в своей классификации системы человеческих знаний применил этот термин для обозначения предполагаемой им науки, которая должна изучать способы управления обществом. Долгое время после Ампера термином «кибернетика» никто из ученых не пользовался, и он, по существу, был забыт.

Интерес к кибернетике возник, когда известный математик Норберт Винер опубликовал в 1948 г. свою быстро ставшую знаменитой книгу «Кибернетика или управление и связь в животном и машине». Началась интенсивная «цепная реакция», вовлекшая в кибернетические споры и исследования ученых и специалистов разных стран. Однако журналистский бум, поднятый в западной печати, идеалистические и механистические выводы, встречавшиеся в зарубежных популярных статьях, вызвали в нашей стране первоначально резко негативное отношение к кибернетическим идеям. (Сама книга Винера, как известно, была переведена на русский язык и издана в СССР только в 1958 г.)

Период конца 40-х – начала 50-х гг. XX в. характеризовался в СССР специфической идеологической ситуацией – «холодной войной», противостоянием с США

⁵ Радунская И.Л. Аксель Берг – человек XX века. – М.: Молодая гвардия, 1971.

и их союзниками – что, естественно, отразилось на развитии науки и образования. В отечественной печати появились публикации, в которых кибернетика характеризовалась как идеалистическая буржуазная «лженаука». Так, в четвертом издании «Краткого философского словаря» (1954) в статье «Кибернетика» эта наука была определена как «реакционная лженаука, возникшая в США после второй мировой войны и получившая широкое распространение и в других капиталистических странах; форма современного механицизма». Такой взгляд объективно задерживал развитие кибернетических идей, развитие и применение в нашей стране вычислительной техники.

Однако практические задачи (и прежде всего задачи укрепления обороноспособности страны) требовали не прекращения работ в области кибернетики, а расширения и активизации этих исследований. Нужно было преодолеть стену непонимания, косности и недоверия, сломать идеологический барьер. И в лице адмирала Берга, в 1953–1957 гг. занимавшего пост заместителя министра обороны СССР по радиоэлектронике, кибернетика обрела человека, который обеспечил условия для ее становления и расцвета.

Для А.И. Берга кибернетика означала новый жизненный этап. В начале 50-х гг. для него становится очевидной важная роль кибернетики в развитии научно-технического прогресса. Обладая фундаментальными знаниями практически во всех точных науках, Аксель Иванович был, вместе с тем, человеком большого гражданского мужества, столь необходимого для отстаивания кибернетических идей в 50-е гг. *«Не могу сдаваться, не приучен, хочется жить и добиться признания своей правоты»;* *«Кто не смеет составить собственного мнения – трус, кто не хочет – лентяй, кто не может – глупец»* – эти высказывания принадлежат самому А.И. Бергу.

Со свойственной ему энергией Аксель Иванович начинает пропагандировать кибернетические идеи. Когда, как пишет очевидец, в один из дней в руководимом Бергом «сто восьмом» НИИ было объявлено, что в институте будет прочитан цикл лекций на тему «Кибернетика – наука о наиболее общих законах управления», это была сенсация, быстро облетевшая научные круги Москвы.

Авторитет академика Берга помогает преодолеть сопротивление идеологов от науки. Уже при допечатке в 1955 г. тиража 4-го издания «Философского словаря» огромный текст статьи «Кибернетика» был исключен. К тому времени серию выступлений на научных семинарах в академических институтах, высших учебных заведениях и в организациях, в которых методы кибернетики могли бы принести практическую пользу, организовали А.И. Китов и А.А. Ляпунов. К этой деятельности подключились их коллеги по работе в Вычислительном центре Министерства обороны и других военных организациях.

Семинары по кибернетике стали создаваться и в других местах. Наиболее известным среди них стал семинар секции кибернетики при Ленинградском Доме ученых имени М. Горького, регулярно работающий и по сей день. Секция кибернетики была создана Советом Дома ученых в ноябре 1956 г. Ее первым председателем был Л.В. Канторович, годом позже его на этом посту сменил Л.П. Крайзмер. А.И. Берг непосредственно интересовался работой секции, регулярно знакомился с планами ее работы, дважды выступал на ее заседаниях и даже свой 70-летний юбилей отмечал с активом секции в стенах Ленинградского Дома ученых. Как отмечено в материалах секции, на юбилейном заседании в 1963 г., собравшем около 300 человек, А.И. Берг выступал с докладом о программированном обучении.⁶

Аксель Иванович Берг четко формулирует основную задачу кибернетики: *«Задачей кибернетики является повышение эффективности деятельности человека*

⁶ Кибернетика и информатика: Сборник научных трудов к 50-летию Секции кибернетики Дома Ученых им. М. Горького РАН. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006.

во всех случаях, когда ему необходимо осуществлять управление. Это очень важно подчеркнуть, так как автоматизация управления отнюдь не исключает человека с его знаниями, способностями, фантазиями, сознанием, переживаниями, побуждениями, физиологическими свойствами и др. Деятельность человека только несколько видоизменяется, и он получает возможность лучше управлять, пользуясь методами кибернетики и средствами и системами электронной автоматики». При этом академик Берг неоднократно подчеркивал мысль о том, что компьютер, даже снабженный сверхинтеллектуальной программой, всегда будет лишь «усилителем интеллекта» человека, работающего в паре с ним: «Человек и автомат, взаимодействуя по принципу симбиоза, начинают осуществлять управление объектом как единая управляющая система. Однако совершенно понятно, что человек выполняет функцию субъекта труда, а кибернетическая машина, пусть даже весьма совершенная, - только орудие труда, направленность которого исходит только от человека».

Хронологически берговское понимание кибернетики было сформулировано несколько позже ляпуновского, но в последующем научном развитии, благодаря своей емкости, получило широкую популярность. Кибернетика определялась А.И. Бергом как «наука о процессах управления в сложных динамических системах, основывающаяся на теоретическом фундаменте математики и логики, а также на применении средств автоматики, особенно электронных вычислительных, управляющих и информационно-логических машин»⁷. Говоря о различии теоретической, технической и прикладной кибернетики, Берг относил к первой не только математическую базу, но и философское обоснование новой науки, нужное для преодоления ее негативных оценок. Выделяя прикладную кибернетику, он придавал этому понятию столь объемную трактовку, что кибернетическим подходом охватывался широкий круг наук о человеке и обществе, в частности психология и педагогика – этим его подход отличался от подхода А.А. Ляпунова, не «жаловавшего», например, программированное обучение.

В январе 1959 г. Президиум Академии наук поручил академику А.И. Бергу сформировать Комиссию для подготовки развернутого аналитического доклада «Основные вопросы кибернетики». Верный своему пониманию сути кибернетики, А.И. Берг включил в состав Комиссии, наряду со специалистами в области управления, математиками и программистами, также биолога, медика, лингвистов и экономистов. В том же году по итогам рассмотрения этого получившего большой общественный резонанс доклада Президиум АН СССР принял историческое решение о создании Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика». Научный совет получил статус самостоятельной научно-исследовательской организации; председателем совета был утвержден А.И. Берг, его заместителями А.А. Ляпунов и А.А. Харкевич, ученым секретарем – М.Л. Цетлин. Штатным заместителем председателя стал Я.И. Хургин.

На рубеже 50–60-х гг. в СССР сложилось несколько концепций кибернетики, совпадающих в главных положениях, но различающихся по содержанию и расстановке акцентов. Так, А.А. Ляпунов, математик с широкими теоретическими и прикладными интересами, пришел к кибернетике от проблематики дескриптивной теории множеств, а в своих кибернетических разработках делал ударение на программировании (основы теории которого он и заложил) и информационном осмыслении жизненных процессов. Берг же был инженером, и кибернетика явилась для него прямым продолжением того, с чем он имел дело как один из создателей отечественной радиоэлектроники. С самого начала развития кибернетических исследований в нашей стране А.И. Берг понимал термин «кибернетика» весьма широко.

Вокруг А.И. Берга и создаваемого им Научного совета объединились крупнейшие ученые самых разных профилей: В.В. Парин (биология и медицина), В.С. Немчинов

⁷ Берг А.И. О некоторых проблемах кибернетики // Вопросы философии. 1960, № 5.

(экономика), Н.Г. Бруевич (теория надежности), В.И. Сифоров (теория информации), Н.И. Жинкин и Б.Ф. Ломов (психология), М.А. Гаврилов и Я.З. Цыпкин (техническая кибернетика), В.В. Иванов (лингвистика), Б.С. Сотсков и В.М. Ахутин (бионика), А.Г. Спиркин (философия) и многие другие.

Если для А.А. Ляпунова, также стоявшего у истоков организации кибернетических исследований, кибернетика, прежде всего, была наукой, связанной с применением ЭВМ, программированием и алгоритмизацией разнообразных процедур решения задач, то для А.И. Берга на первый план выступали те кибернетические универсалии, проанализированные еще Н. Винером, которые обеспечивают взаимное проникновение идей управления в самых разных системах, изучаемых различными науками. Отсюда для многих непонятный в первое время интерес Берга к структурной лингвистике, физиологии, психологии и другим научным дисциплинам, весьма далеким от традиционной области интересов управленца, математика, инженера. «Управление» – пример кибернетической универсалии, находящей практическое применение в самых разнообразных областях человеческой деятельности. А значит, как считал Аксель Иванович Берг, кибернетика должна являть пример подлинно междисциплинарной науки, откуда представители разных наук могут заимствовать общие модели и методы исследования.

В начале 60-х гг. А.И. Берга очень волновала правильная постановка методологических вопросов кибернетики, поэтому первыми крупными мероприятиями Совета стали конференция по философским вопросам кибернетики и научная сессия по биологическим аспектам кибернетики. В 1959 г. он явился инициатором проведения Всесоюзной конференции по применениям средств радио в медицине, много выступал, делал доклады в Академии наук и в Медицинском институте, писал в центральных газетах и журналах. Характерны названия его статей тех лет «Кибернетика и жизнь», «Кибернетика и технический прогресс», «Будущее за кибернетикой», «Медицина и электроника», «Может ли машина думать?».

В нашей стране 60–70-е гг. характеризовались высокой активностью научного сообщества: повсеместно работали семинары и научные школы, проходили многочисленные и, как правило, многолюдные конференции, симпозиумы и совещания, нарастал поток издаваемой в области кибернетики литературы, возникали новые институты и подразделения кибернетического профиля в ранее существовавших организациях. Вокруг Совета по кибернетике быстро сложился коллектив энтузиастов, внедрявших кибернетические идеи в самые разные области человеческой деятельности. В Научном совете по проблеме «Кибернетика» функционировали 16 секций; работая на общественных началах, эти секции должны были опираться на базовые институты. Некоторые из этих институтов были созданы при непосредственном участии А.И. Берга (например, Институт психологии). Благодаря деятельности секций сформировался ряд новых научных направлений и сильные научные коллективы.

Научные советы по проблеме «Кибернетика» были созданы в ряде республик. В нескольких городах страны открылись институты кибернетики, что позволило целенаправленно развивать работы, на основе которых формировались новые научные направления. Большую объединительную роль играли Всесоюзные симпозиумы по кибернетике, которые проводились Институтом кибернетики АН ГССР. С 1961 по 1981 г. состоялось девять таких симпозиумов, на которых обсуждалась практически вся тематика кибернетических исследований. Зарождались и развивались бионика, техническая кибернетика, структурная лингвистика, искусственный интеллект. Так, под руководством академика А.И. Берга, благодаря его энергии, научному авторитету и человеческому обаянию, в нашей стране сформировался мощный фронт кибернетических исследований.

Первое большое издание, созданное Советом, Аксель Иванович назвал «Кибернетику – на службу коммунизму». Вышедший в свет первый том этого сборни-

ка сразу же вызвал реакцию и был переведен в США. (Следует заметить, что в 1964 г., в условиях «холодной войны», американский журнал «Эр Форс» написал: «Большой упор Советского Союза на кибернетику представляет собой величайшую угрозу Западу».⁸

Как явствует из отчета за 1967 г., к работе Научного совета по кибернетике и его секций на общественных началах было привлечено к работе более 800 человек, в том числе 14 академиков, 30 членов-корреспондентов, около 200 докторов и свыше 350 кандидатов наук. В штате же Совета работали всего 26 человек, в том числе 15 научных сотрудников. Был создан поистине неповторимый научный организм!

Творческой и организаторской энергии А.И. Берга обязаны своим развитием многие научные направления кибернетического характера, а именно: теория знаковых систем, теория информации, бионика, математическая теория эксперимента, теория надежности, программированное обучение. А.И. Бергу принадлежит наиболее общее истолкование кибернетики, фактически охватывающее то, что ныне называют информатикой. Он всегда исходил из того, что для современной кибернетики решающую роль играет развитие ее математических методов. *«Прогресс науки во всех ее разновидностях в значительной степени определяется ее математизацией»*, – подчеркивал Аксель Иванович.

Спектр научных интересов самого А.И. Берга в 1967 г. – это кибернетика, электроника, надежность и управление качеством промышленных изделий, радио, программирование. Одной из секций Научного совета была Секция надежности (председатель – академик Н.Г. Бруевич). Создание такой секции в составе Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» способствовало быстрому становлению отечественной теории надежности, ее математизации и кибернетизации.

Фундаментальные проблемы кибернетики Берг увязывал с проблемой человек – машина. С 70-х гг. стремительно развивается новое научное направление – искусственный интеллект. Сначала круг его интересов включал лишь вопросы, связанные с моделированием интеллектуальной деятельности, но постепенно в сферу приложений искусственного интеллекта втягиваются практически все направления информатики. Однако главным направлением, по которому происходит прогресс кибернетики, является развитие вычислительной техники (включая соответствующее математическое и лингвистическое обеспечение), а также прикладной математики. Это предвидел А.И. Берг, подчеркивавший ключевое значение технологии и логико-математической организации процедур переработки информации.

Широлись международные связи. Очень активно работали в этом направлении секции по теории информации и искусственному интеллекту. Советом был проведен в СССР ряд очень представительных международных конференций, были изданы их труды на английском и русском языках. В 1975 г., например, А.И. Берг был почетным президентом I Международного конгресса по бионике, который проводился в Варне. В 1970 г. академик А.И. Берг получил приглашение занять пост вице-председателя создававшейся в тот период Всемирной организации по общим системам и кибернетике, однако бюрократические препятствия не позволили этому осуществиться.

Академик А.И. Берг одним из первых в Советском Союзе понял важность проблемы разработки систем управления техническими средствами для исследования и освоения океана. По его инициативе в рамках Научного совета в 1976 г. была организована комиссия «Теория и методы управления системами для исследования и освоения Мирового океана», а в 1978 г. было проведено Всесоюзное совещание «Проектирование плавучих буровых установок». А.И. Берг интересовался трудностями, связанными с поиском и добычей нефти на континентальном шельфе, и высказал

⁸ Радунская И.Л. Кванты и музы. М.: Сов. Россия, 1980. С. 217

мысль о комплексности проблемы исследования, поиска, разведки, добычи, хранения и транспортировки нефтегазовых ресурсов Мирового океана.

Большой проблемой, которая заботила академика Берга, была проблема охраны окружающей среды. Будучи инженером по образованию, он хорошо понимал значение техники для прогресса общества и необходимость строгого контроля за ее воздействием на окружающий мир.

Особенное внимание среди сфер приложения идей, методов и технических средств кибернетики Берг уделял биологии и медицине, психологии и педагогике. Медицина и образование привлекали пристальное внимание Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» с самых первых шагов работы. Академик А.И. Берг стремился помочь медикам и биологам более широко использовать современные технические средства и методы точных наук для достижения прогресса в биологии и медицине. Необходимость разработки новой медицинской аппаратуры для лечебных и научных учреждений, важность создания алгоритмов обработки биологической информации и подготовки соответствующих специалистов Аксель Иванович ощутил особенно остро, когда в качестве пациента оказался в кардиологической клинике и сам был вынужден ремонтировать испорченный электрокардиограф. Он был, наверное, первым человеком, который обратил внимание специалистов в области компьютерных систем и кибернетики на необходимость использования их работ в области медицины; многое сделал, чтобы оснастить биомедицинские учреждения современными электронными приборами. По его настоянию было подготовлено правительственное постановление, содержащее пункты, обязывавшие ведомства принять участие в оснащении медицинских учреждений новейшей аппаратурой, по его же инициативе в ЛЭТИ была организована первая в стране кафедра биомедицинской электроники.

Активно выступал академик Берг за создание в Академии наук Института психологии, особо выделяя в его будущей проблематике инженерную психологию как научное направление, тесно связанное с кибернетикой. Но едва ли не на первом месте в сфере интересов Берга в 60-е гг. было приложение кибернетических методов в педагогике – то, что получило название «программированное обучение». Большое внимание он уделял повышению эффективности педагогического процесса. А.И. Берг выступил инициатором создания в Министерстве высшего и среднего специального образования СССР Межведомственного научного совета по проблеме «Программированное обучение» (1964 г.) и был его первым председателем. Имя академика Берга воспринималось в высшей школе не просто как имя известного ученого, но как имя борца, поборника внедрения методов и средств программированного обучения. Он постоянно и много говорил и писал о необходимости внедрения алгоритмических методов и компьютеров в процессы обучения и контроля за успеваемостью.

А.И. Берг призывал создавать макеты ЭВМ в лабораториях НИИ и учебных заведений. *«Пусть эти макеты – говорил он – и не станут настоящими вычислительными инструментами, но они помогут овладеть азами новой техники широким кругам молодых инженеров, техников, студентов, из которых впоследствии вырастут конструкторы и создатели отечественной вычислительной техники»*. В 1957 г. при посещении Московского энергетического института академик Берг горячо поддержал работы студенческого конструкторского бюро, занятого разработкой обучающего автомата. В то время вопрос о технических средствах обучения еще был дискуссионным. Созданный студентами автомат в 1959 году экспонировался на ВДНХ СССР и получил общественное признание. Позже на его основе был создан образец автомата для контроля знаний и обучения – «Экзаменатор МЭИ», впоследствии использовавшийся во многих высших учебных заведениях страны.

Еще в довоенные и военные годы А.И. Берг проявил себя как поборник развития в нашей стране образования в области радиотехники, а позднее радиоэлектроники,

вычислительной техники и кибернетики. Ему принадлежит немалая заслуга в создании в вузах СССР факультетов прикладной математики и кибернетики. Вместе с тем следует отметить, что авторы первых отечественных книг по кибернетике были военными, работали в учебных заведениях, готовивших кадры для Министерства обороны. Академии имени Жуковского и Дзержинского в Москве, Академия имени Можайского в Ленинграде, Харьковское высшее авиационно-техническое училище и Киевское высшее инженерно-радиотехническое училище были первыми военными учебными заведениями, где преподавание кибернетики стало обязательным.

В числе других инициатив А.И. Берг выступил за развертывание работ по структурной, математической и кибернетической лингвистике и семиотике, имея в виду приложения к языку математических методов, стимулированных появлением ЭВМ. В 1960 г. под его руководством было подготовлено и принято Постановление Президиума АН СССР «О развитии структурных и математических методов исследования языка». Первый симпозиум по структурному изучению знаковых систем был организован в 1962 г. В 1974 г. на конференции по теоретическому языкознанию была доложена обобщающая работа А.И. Берга, В.В. Иванова и В.Ю. Розенцвейга «Лингвистика, семиотика и кибернетика». Позже, в 1976–1977 гг. Акселя Ивановича Берга привлекла проблема функциональной асимметрии мозга, ее нейросемиотические и кибернетические аспекты.

Своим детищем Научным советом по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР Аксель Иванович Берг руководил 20 лет, до конца своей жизни. На этом посту он сделал все возможное для развития кибернетики в стране. Велик его вклад в разработку общеметодологических и теоретических вопросов, в исследование истории кибернетики и описание перспектив ее развития. Это 20-летие было временем расцвета научных школ в области кибернетики. Активно и плодотворно работала школа А.А. Ляпунова. Школа М.А. Гаврилова была первой «кибернетической» школой, сформировавшейся из семинара, организованного в середине 50-х гг. в тогдашнем Институте автоматики и телемеханики АН СССР (ныне Институт проблем управления РАН). Школа О.Б. Лупанова – С.В. Яблонского результативно работала на базе механико-математического факультета МГУ. На базе Института кибернетики АН УССР сложилась весьма продуктивная школа В.М. Глушкова. Вокруг двух ярких и самобытных лидеров М.Л. Цетлина и М.М. Бонгарда в 60-х гг. объединились математики, программисты, физиологи, инженеры и физики, интересы которых концентрировались вокруг проблем моделирования в биологии, физиологии, медицине и экологии. Участники этой школы в течение десяти лет регулярно встречались в Комарово под Ленинградом («Комаровские школы») и обменивались полученными результатами. Достижения этой школы в области индуктивного формирования понятий, моделей зрения, моделей роста тканей и коллективного поведения во многом были недостижимы для западной науки.

Есть люди, которые становятся легендой еще при жизни. Академик А.И. Берг, безусловно, принадлежит именно к ним. За свой самоотверженный труд он был награжден одиннадцатью орденами и многими медалями; в 1963 г. ему было присвоено звание Герой Социалистического Труда. Умер Аксель Иванович Берг в Москве 9 июля 1979 г.* После его кончины Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» возглавляли академики Б.Н. Петров, О.М. Белоцерковский, А.П. Ершов, Ю.И. Журавлев.

* * *

* При подготовке этого очерка использованы архивные материалы и публикации об Акселе Ивановиче Берге.

АКАДЕМИК ВОРОНОВ АВЕНИР АРКАДЬЕВИЧ

Воронов Авенир Аркадьевич родился 15(28).11.1910 года в Ораниенбауме, ныне город Ломоносов Ленинградской области; погиб в Москве 17.10.1992 года.

Видный ученый в области теории автоматического управления, академик АН СССР. Он предложил новые методы исследования динамических процессов в линейных и нелинейных системах, разработал методы синтеза цифровых вычислительных устройств для программного управления; совместно с учениками разработал частотные методы моделирования, позволяющие осуществить оптимальный выбор систем обработки информации, внес большой вклад в учебный процесс по автоматическому управлению в высших учебных заведениях. В 1950 г. А.А. Воронов опубликовал книгу «Элементы теории автоматического регулирования», по которой учились многие поколения специалистов (второе издание книги вышло в 1954 г.).

В 1938 г. А.А. Воронов окончил Ленинградский политехнический институт и работал инженером на ГРЭС в городе Балахна Горьковской области. С 1948 г. он преподавал МВТУ имени Н.Э. Баумана и сотрудник Института автоматики и телемеханики (ныне Институт проблем управления РАН). В 1955–1964 гг. Авенир Аркадьевич Воронов работал заместителем директора Института электромеханики АН СССР в Ленинграде; с 1955 г. преподавал в Ленинградском политехническом институте. В 1964–1970 гг. А.А. Воронов заместитель директора Института проблем управления АН СССР в Москве. В 1965–1970 гг. вышел в свет его трехтомный труд «Основы теории автоматического управления», а в 1970 г. книга «Исследование операций и управление».

В 1970 г. Авенир Аркадьевич Воронов был избран действительным членом АН СССР и возглавил Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного научного центра Академии наук СССР во Владивостоке. С 1978 г. академик Воронов – главный научный сотрудник Института системного анализа АН СССР в городе Москве. 15 апреля 1988 г. Воронову А.А. была присуждена Ленинская премия за цикл работ в области автоматического управления.

Ниже публикуются фрагменты из неопубликованных мемуаров Авенира Аркадьевича Воронова.

ИЗ МЕМУАРОВ АВЕНИРА АРКАДЬЕВИЧА ВОРОНОВА¹

...До сих пор у меня хранится ветхая, которую приходится очень осторожно брать руками, чтобы она не рассыпалась, выписка из метрической книги о родившихся. В ней приведены очень скудные и сжатые сведения, которые раньше казались любопытными малозначащими штрихами, а сейчас это единственные документальные свидетельства, касающиеся моей родословной, забытой и не идущей дальше дедов. Воспроизвожу эту выписку.

¹ Материал предоставлен М.Б. Игнатъевым с разрешения дочери академика Анны Авенирны Вороновой и публикуется впервые.

Выпись из метрической книги, часть первая, о родившихся за 1910 год.

Счет родившихся мужска пола – 75

Месяц и день рождения – ноября 15

–”- крещения – ноября 21

Имя родившагося Авенир

Звание, имя, отчество и фамилия родителей:

Помощник бухгалтера канцелярии главноуправляющего землеустройством и земледелием, коллежский ассессор Аркадий Васильевич Воронов и законная жена его Вена Димитриевна, оба православные и первобрачные.

Звание, имя, отчество и фамилия приемников:

Священник Ораниенбаумской Дворцовой Пантелеймоновской церкви Василий Иванович Сыренский и вдова губернского секретаря Евдокия Михайловна Воронова.

Кто совершил таинство крещения

Священник Василий Сыренский с псаломщиком Валентином Пищером. Они же и подписали эту выпись, выданную 9 февраля 1912 года за № 40...

Ленинградский политехнический институт. Первый курс

В моем дипломе записано, что я окончил в марте 1938 г. Ленинградский индустриальный институт. Вы не найдете такого института в Большой советской энциклопедии. Там есть Ленинградский политехнический институт, основанный в 1899 г. и открытый в 1902 г., которому в 1923 г. было присвоено имя М.И. Калинина, никогда в этом институте не учившемся, но, возможно, посетившем его перед этой торжественной датой. В главном корпусе, в зале заседаний Совета висит большая картина, на которой М.И. Калинин в парадном костюме, на который накинута средневековая плащаница, стоит у электрического генератора и держится за какой-то рычаг, кажется, от щеткодержателя. В 1932 г., когда я поступил туда, институт был растащен на несколько институтов, соответствовавших прежним факультетам, а в 1933 г., по видимому, эти институты опять слились в Ленинградский индустриальный институт, а еще позднее ему было присвоено имя С. Орджоникидзе. Но уже после нашего окончания, когда мы получали институтские значки, напоминавшие университетские, он опять был Политехническим институтом имени Калинина. Сейчас, когда начали наводить порядок с присуждением имен, появилась надежда, что институт получит имя ученого, который внес более существенный вклад в развитие института, чем поворот щетки на коллекторе учебного генератора, ведь среди профессуры института есть имена академиков А.Ф. Иоффе, М.А. Павлова, А.А. Байкова, Б.Г. Галеркина, Н.Н. Семенова, Д.В. Скобельцына, П.Л. Капицы, М.Ф. Миткевича, член-корреспондентов М.А. Шателена – одного из создателей ГОЭЛРО, А.И. Лурье и многих знаменитых профессоров. Когда выпускника ЛИИ спрашивают, какой институт он окончил, он отвечает – Ленинградский политехнический. Я тоже считаю себя ленинградским политехником и так и пишу в анкетах, нарушая правила.

По настоятельному совету читавшего у нас физику доцента Н. Зайцева, я выбрал специальность электротяга, на которой пробыл полгода. На первых двух курсах узкая специальность практически не влияла на программу лекций, большинство из которых были поточными. На них преимущественно и знакомились студенты различных групп электромеханического факультета. На них сформировался и круг друзей на последующий период учебы, который не распался при уходе его членов на другие специальности. В эту пору я познакомился и со своей будущей женой – Ниной Петровной Александровой... Из поточных курсов общую физику нам читал профессор Боровик, сопровождавший чтение эффектами опытами, из которых нас поразили опыты с жидким азотом, в котором охлаждалась фетровая шляпа и свинцовый колокольчик.

После охлаждения профессор ронял шляпу на пол, и она разбивалась на осколки, как фарфоровая супница, а свинцовый колокольчик начинал звенеть, как серебряный – мы не знали, что это стандартные трюки, повторяющиеся из года в год.

Лабораторию вел профессор Скобельцын, не академик, но один из «династии» Скобельцыных. Лаборатория давалась легко, помогал «монтерский» опыт. Скобельцын заметил это, услышал, как меня товарищи называли по имени и, подойдя ко мне, спросил: «А вы знаете, что означает французское слово *Авенир*? Это – будущее». Он заинтересовал меня историей электротехники и дал хрестоматию по ней, которую мы с увлечением читали. Читался тогда и курс общей электротехники, который тридцать пять лет спустя не без моего участия (когда я возглавлял научно-методический совет МинВУЗа СССР) был ликвидирован. Читал его Михаил Андреевич Шателен, знавший почти всех русских основателей электротехники лично, бывший инициатором создания музея электротехники на хорах актового зала. Читал он увлекательно, завершал курс проектом освещения городского района. В свои 80 лет он был бодр и подвижен, бегом спускался с лестницы.

Одной из причин ликвидации этого курса впоследствии была, конечно, острая нехватка часов; другой – эклектичность курса, дублирование его разделов последующими курсами. Так принцип витка, вращающегося в магнитном поле, с выводом формулы нам давали в курсах общей физики, общей электротехники, теории электрических измерений, теории электрических машин, теоретических основ электротехники.

Автоматика и телемеханика

...Меня вызвал только что назначенный новый декан профессор Владимир Константинович Попов, один из основоположников советской школы электропривода. Я все ему рассказал, он запросил мое дело и, ознакомившись с экзаменационными ведомостями, возмутился, сказал, что он немедленно это исправит, и я сразу начну получать стипендию. Но я сказал, что меня совершенно не устраивает чехарда со специальностями, что без моего желания я попал на электрические машины, которые своим эмпирическим характером расчета мало подходят к моим склонностям, что я уже был на трех специальностях и не вижу дальнейших перспектив в ЛПИ. Тогда он предложил мне перейти на только что созданную новую специальность автоматика и телемеханика, сказав, что при этом я, конечно, рискую, так как это первый опыт преподавания новой дисциплины, и полученное нами образование может оказаться неполноценным, так что над многим придется работать самим. Видимо, он был неплохим психологом и знал, что такое замечание лишь раззадорит. Я, конечно, согласился перейти на новую специальность. Владимир Константинович тогда дал мне номер журнала «Сименс цейтшрифт» и порекомендовал прочитать статью об автопилоте Сименса, в которой можно получить представление о важном направлении работ в области автоматике в Германии, и предложил составить реферат о прочитанном. Этот реферат, в который я вставил также несколько своих комментариев, был напечатан в сборнике статей научно-технического кружка электриков в 1936 г. Он стал моей первой опубликованной научной работой, которой открывается мой список опубликованных трудов.

Предметы учебного плана по новой специальности делились на несколько частей.

В первой части делалась попытка дать общие основы автоматике. Сюда входили курсы «Основы автоматике и телемеханики», «Телеизмерение», «Методы дальней связи» и теоретический курс «Переходные процессы в электрических цепях», читавшийся, в основном, в плане известной книги Рюденберга. Он давал представление о динамических процессах в элементах и приборах автоматике, динамика же систем не рассматривалась, курса теории автоматического регулирования в нашем учебном плане не было, и ею рекомендовалось заниматься факультативно тем, у кого этого

требовали темы курсовых и дипломных проектов. Я в число занимающихся этой проблемой не входил и не подозревал, что в дальнейшем это направление станет для меня главным до конца дней.

Вторая часть курсов была посвящена описанию схем автоматизации в некоторых отраслях производства. Сюда входили курсы «Автоматизация электрических станций и энергосистем», «Автоматизация тепловых процессов», «Автоматизация промышленных производств». В последнем курсе давались основы теории автоматизированного электропривода и приводились схемы его использования в промышленности.

К третьей части относились курсы, посвященные техническим средствам автоматики. Сюда входили: «Теория и расчет элементов автоматики», «Электромашинная автоматика», «Электровacuумные приборы» и «Реле и токи короткого замыкания» (по существу – курс релейной защиты электростанций).

Заведующий кафедрой профессор Борис Иосифович Доманский читал два курса – основ автоматики и автоматизацию в энергосистемах. В курсе основ он давал своеобразный обобщающий подход к автоматике с несколько философским уклоном. Кое в чем он приблизился к идеям кибернетики и отмечал ряд общих закономерностей в управлении в технике и живых организмах, и в человеческой деятельности в процессе управления. Он делал попытки излагать свои мысли в учебных курсах, но издательства упорно вымарывали эти места, считая, что они противоречат марксистско-ленинской теории (неправомерное отождествление низших и высших форм движения).

Совсем иначе он читал прикладной курс автоматизации в энергосистемах. Он приходил на лекцию с огромным рулоном, в который была свернута схема автоматики, зачастую столь длинная, что не умещалась на одной стене. Затем он с указкой цепь за цепью объяснял действие схемы. Невнимательно слушавшие быстро утомлялись, но при внимательном слушании улавливались на реальных примерах многие общие принципы, используемые для автоматизации простейших операций – закрепления реле после нажатия кнопки (блокировка) и его разблокировка, подготовка следующих цепей, а также знакомились с примерами образования ложных цепей при связывании большого числа контуров с замыкающимися и размыкающимися контактами. Об общей теории релейно-контактных схем дело тогда еще не доходило, но с разного рода опасностями в сложных схемах мы знакомились.

В результате курсов Б.И. Доманского мы оказались логически и психологически подготовленными к новому мировоззрению, связанному с кибернетикой, и философия Винера воспринималась нами не как открытие, а как подытоживание, упорядочение и, конечно, более законченное развитие предыдущего этапа. А в практической части мы научились уверенно проектировать различные «хитроумные» схемы и разбираться достаточно быстро в готовых схемах, что сыграло большую роль в наших первых шагах в практической работе.

Неизгладимое впечатление оставили и лекции Б.С. Сотскова. Тогда он был преподавателем Академии связи имени Буденного, расположенной рядом с Политехническим институтом, приходил в военной форме с тремя шпалами в петлицах. Но к концу года он вдруг пришел с одной шпалой, а со следующего курса стал вообще приходиться в гражданской форме. Оказалось, что он и начальник академии генерал Полищук были женаты на родных сестрах, а Полищук по чьим-то наветам был объявлен врагом народа, лишен звания и отправлен в ссылку. Борис Степанович «за не разоблачение врага» поплатился исключением из партии, понижением в звании, а позднее и увольнением из академии связи. Он перешел в ЛПИ доцентом. Его курс был энциклопедическим – он рассматривал принципы построения и расчета самых разнообразных элементов автоматики: электромеханических, электростатических, электронных, пневматических, гидравлических, термоэлектрических и т. п. Невдумчивому слушателю этот курс мог показаться эклектическим набором всякой всячины. Но Борис Степанович проводил

принцип: в настоящее время техника способна реализовать измерение и использование для автоматики любого физического явления, откуда следует возможность автоматизации любого технического процесса. При этом подчеркивалось, что при огромном многообразии исходных математических зависимостей, обусловленных разнообразием используемых физических явлений, в конечном итоге все эти элементы реализуют ограниченное число функций автоматики. Он даже составлял таблицу, чем-то сходную с Менделеевской, где систематизировались различные типы датчиков и преобразователей, как известных, так еще и не открытых, указывая, что, возможно, некоторым из нас выпадет удача заполнить эти белые пятна.

Борис Степанович обладал энциклопедическими знаниями и на наши вопросы часто давал достаточно полную библиографию источников.

Во время войны, в эвакуации он перешел в институт автоматики и телемеханики Академии Наук и возглавлял там лабораторию элементов автоматики, получил докторскую степень, был избран членом-корреспондентом АН СССР. Полищук был реабилитирован и возглавлял отдел в номерном институте в Москве. К недостаткам Бориса Степановича (впрочем, не все считают это недостатком) можно отнести то, что, руководя дипломниками и аспирантами, он давал лишь самые общие направления, указывал литературу, иногда помогал в выборе темы, но затем давал «карт бланш» – предоставлял полную самостоятельность в выборе метода исследования, в получении результатов. Если человек оказывался недостаточно инициативным, то он мог застыть на каком-то этапе и не выполнить аспирантского плана. Борис Степанович не пытался «вытягивать за уши» таких неудачников, и они отчислялись из аспирантуры без защиты. Под его руководством работали и некоторые очень талантливые кандидаты наук, которые не смогли стать докторами лишь потому, что у них не хватало времени и организованности, чтобы оформить докторскую диссертацию.

Весьма интересен был курс электромашинной автоматики, который читал профессор ЛЭТИ Дмитрий Васильевич Васильев. Он хорошо дополнял курс Сотскова, раскрывая возможности осуществления более тонких преобразований, осуществляемых с помощью малых электрических машин. Он познакомил нас с сельсинами, синхронно-следящим приводом и с различными видами преобразователей, которые затем, хотя и не вошли в практику непосредственно, подготовили такие виды электромашинных элементов автоматики, как амплитуды и др.

С увлечением и мастерством прочел курс электровакуумных приборов Георгий Ильич Бабат. Хотя он мог говорить лишь о ламповых схемах, он настолько физически ясно и хорошо обоснованно математически изложил основы по существу электроники, что впоследствии, хотя специального курса радиотехники у нас и не было, я без труда быстро освоил эту дисциплину и читал ее в военной школе радиоспециалистов.

Принесли большую пользу и три практики, которые мы проходили на одном и том же предприятии – Харьковском электромеханическом заводе, освоившем серийный выпуск отечественных реле. На первой технологической практике мы познакомились с процессами изготовления буквально всех элементов реле и сборкой самих реле. На второй специальной практике мы выполняли разработку конструкции и проект одного из узлов автоматического устройства, в результате чего неплохо ознакомились как с общими принципами и использованием ГОСТ, так и со специфическими особенностями предприятия и организацией заводских нормалей.

На пятом курсе я как отличник получил право свободного посещения занятий – такой опыт проводился в те годы. Это дало мне возможность подправить материальные дела: я оформился на работу в ЦКТИ (Центральный котлотурбинный институт имени И.И. Ползунова) по рекомендации однокурсника Н.П. Арсеньева, который там уже работал. Учебе это не помешало – все зачеты и экзамены я сдал досрочно.

В ЦКТИ я поступил в отдел конструирования регуляторов и занимался проектированием регулятора с падающей дужкой. Для души работа давала мало, но деньги были нужны – близился день окончания института, а у меня не было приличного костюма, чтобы явиться на работу, не бросая тень на профессию инженера. Правда, это было наивно: уже тогда падение престижа профессии инженера началось и быстро развивалось. Ходил рассказ о том, как Утесов на вопрос, как ему живется, отвечал примерно так: *«Да помаленьку, я к концу месяца принесу тысяч тридцать, моя безголо- сая Эдит тысяч пятнадцать доложит, муж ее – талантливый инженер – пятьсот рублей принесет – вот так и живем, не жалуемся»*. Но кое-что в ЦКТИ привлекло мое внимание более сильно. Сам Арсеньев в это время придумал и дал заявку на изобретение «электрического изодрома» – заменил детали классического гидравлического изодрома в регуляторе электрическими элементами. Он уговаривал меня заняться сходной «электрификацией» промышленных регуляторов. Это меня не увлекло, такая работа мне не казалась творческой, но я получил пользу от того, что изучил теорию изодромного регулирования, для чего, конечно, пришлось познакомиться с азами классической теории автоматического регулирования паровых машин по Толле. Эта теория меня заинтриговала, но заняться ею серьезно у меня не было времени. В ЦКТИ я увидел Ивана Николаевича Вознесенского, бывшего научным консультантом. Он тогда занимался разработкой систем регулирования прямоточных котлов Рамзина. Он был высочайшим авторитетом, его теория автономного регулирования увлекла его учеников, и многие считали ее даже панацеей. Но у него были и крайности, на которые в те годы многие смотрели, как на причуды гения, в частности, «канонизация» тезисов Вышнеградского (*«без неравномерности нет регулятора; без катаракта нет регулятора»*), которые уже опровергались появлением новых систем регулирования, или же категорическое объявление основным и единственно возможным, как самостоятельный принцип регулирования принцип регулирования по отклонению, и признание непригодными принципы регулирования по нагрузке (Понселе) и по производной (Сименсов). Остряки студенты говорили: «Вознесенский провозглашает новый коран и начинает его изречением: *«Нет бога, кроме Уатта и Вышнеградский пророк его»*. Мы еще смутно, но начинали ощущать, что классическая теория регулирования стала недостаточной и приблизилась к тупику. Правда, пока все это было еще у нас наивно и необоснованно, но в те годы специалисты по автоматическому регулированию об этом говорили и на первом всесоюзном совещании по теории автоматического регулирования, состоявшемся перед войной, об этом было заявлено в решении конференции. Я же лично косвенно почувствовал это, наблюдая, как расчетная группа ЦКТИ, возглавляемая Юрием Владимировичем Долголенко, проверяла устойчивость систем проектируемых, пользуясь определителями Гурвица: проектант давал группе схему и параметры системы, они считали неделю, а иногда и больше, и, если ответ был: «система неустойчива», то начинались неприятности. Иногда проектант с возмущением говорил, что не может быть, что он проверил схему на макете – тогда мучительные вычисления проверялись тщательнее, и потому медленнее. При повторном заключении – неустойчива – проектант спрашивал, что делать. Ответа на этот вопрос группа дать не могла: теории синтеза устойчивых регуляторов тогда не существовало. Я как-то поделился этим с В.К. Поповым, и он сказал, что предложен более сильный критерий Найквиста и посоветовал мне изучить его. В ЦКТИ мне сказали, что Вознесенский свирепеет, когда слышит о критерии Найквиста, говорит, что это мудрствование и схоластика, непригодные для практических схем промышленного регулирования, дань моде. Я просмотрел статью Найквиста, даже законспектировал ее, но тут пришлось это отложить: подошло время выбора темы дипломного проекта и преддипломной практики.

Еще на четвертом курсе, работая в научном кружке, в лаборатории я увлекся построением реле времени, не требующих сложных механизмов замедления вроде вет-

рянок, редукторов и т. п. На это меня натолкнуло появление в продаже электролитических конденсаторов большой емкости и огромных сопротивлений в десятки, сотни тысяч Ом и Мегом для радиотехники. Замедление осуществлялось в обычном реле с помощью питания его от усилителя, в сеточной цепи которого стоял контур из конденсатора и сопротивления. Испытывая схемы реле в лаборатории, я быстро убедился в том, что при неудачном подборе параметров выдержка времени в схеме получается с большой ошибкой, и решил первую в своей жизни оптимизационную задачу: найти метод расчета параметров, при которых относительная ошибка была бы минимальной. На эту тему была опубликована моя вторая печатная работа в научно-информационном бюллетене ЛИИ. В заметке был изложен текст моего доклада на студенческой научно-технической конференции. Б.С. Сотсков, ознакомившись с докладом, посоветовал мне использовать эти результаты в дипломном проекте, но только тема не должна была ограничиваться реле времени, а быть более широкой. Он предложил тему – «Электронные и ионные реле защиты». Я согласился, Борис Степанович был назначен моим руководителем, а преддипломную практику я стал проходить в лаборатории релейной защиты Харьковского электромеханического завода. Заводским руководителем стал инженер лаборатории Крашенинников. Я перечитал много литературы, в основном американской, провел много опытов и в конце концов пришел к печальному выводу: при существующем уровне техники производства реле создание защитных реле для электростанций за редкими исключениями нецелесообразно. Я, конечно, расстроился. Сначала огорчился и Борис Степанович, но когда подробнее ознакомился с выводами, он все же посоветовал тему не менять. *«Отрицательный научный результат не менее важен, чем положительный, – сказал он, – если способствует закрытию неперспективного направления, сберегая тем самым научные силы и материальные средства. В данном случае дело обстоит именно так.»* На всякий случай, он посоветовал проконсультироваться с ведущим в СССР специалистом по релейной защите профессором ЛЭТИ Виктором Ивановичем Ивановым, читавшим у нас курс релейной защиты. В.И. Иванов также внимательно прочитал мою работу. *«Обязательно защищайте!»* – сказал он и предложил выступить по ней в качестве рецензента. Так и было сделано.

Приводить все мои доводы в защиту отрицательного вывода здесь не стоит, скажу об основном: от реле защиты требуется огромная надежность, ради которой его конструкция стремится сделать максимально простой. Существующие электронные, а тем более ионные приборы, которые должны включать мощные цепи отключающих электромагнитов, обладают малым гарантированным сроком службы и низкой надежностью. Чтобы иметь возможность в любой момент мгновенно отключить силовые выключатели, лампы должны находиться все время под накалом, что снижает их надежность (увеличивает вероятность преждевременного сгорания) и, кроме того, при аварии на электростанции, при которой теряется питание вспомогательных установок, электронные реле прекращают действовать. До тех пор, пока техника не нашла способов устранения в электронных усилителях цепей накала, использовать электронные реле защиты не удастся. К числу немногих электронных реле, которые могут применяться на электростанциях с успехом, относятся электронные реле времени, используемые не при авариях, а при нормальной эксплуатации для целей управления. И расчет, и конструкция электронного реле времени завершали дипломный проект. Защита прошла успешно. Я получил диплом с отличием и рекомендацию Государственной комиссии для поступления в аспирантуру.

Незадолго перед защитой состоялось распределение оканчивающих на работу. ЦКТИ подал на меня заявку, но было поздно – за несколько месяцев перед этим была подана в Наркомат заявка на Арсеньева, она была удовлетворена, вторую же заявку не приняли. Рекомендация ГЭК в аспирантуру давала право поступления в аспирантуру,

не отработав положенные три года по распределению, но в том году прием в аспирантуру ЛИИ ожидался не раньше осени, и комиссия по распределению рекомендации ГЭК во внимание не приняла. *«Когда вас зачислят в аспирантуру, тогда и будем разговаривать»* – был ответ, и мне было предложено на выбор несколько мест. Я выбрал место инженера по автоматике в электроцехе Горьковской Районной электростанции (ГОГРЭС) в городе Балахне...

Я поступил в лабораторию автоматики электроцеха. Начальник цеха – молодой инженер Серафим Евгеньевич Писарев – поручил мне сначала ознакомиться со схемами автоматики и аппаратурой... ГОГРЭС была своеобразным «музеем». Там можно было видеть в работе оборудование многих передовых фирм: АЭГ, Сименс, Электросила, Джeneral Электрик, АСЕА, Магрини, Эрликон, Броун-Бовери и других. Прогрессивные взгляды начальника, а также разнообразие схемных решений – все это делало работу весьма интересной и быстро обогащало молодого специалиста опытом. Я быстро увлекся работой.

Но, оказалось, Михаил Полиевктович Костенко помнил обо мне. Неожиданно в феврале 1939 г. я получил от него письмо с приглашением на собеседование, поехал в Ленинград и вернулся в Балахну уже для прощания – аспирантом. Михаил Полиевктович убедил меня, что руководить моими поступками должна не только увлеченность работой, но и трезвый прогноз, основанный на использовании жизненного опыта. Он начертил два графика, характеризующих рост научных знаний специалиста в области технических наук с течением времени. *«Для каждого научного работника в области техники совершенно необходим производственный опыт работы. Но если в условиях работы на производстве в первые годы происходит быстрый рост накопленных знаний, то уже через 3-5 лет наступает насыщение. При обучении же в аспирантуре объем приобретаемых знаний и опыта вначале характеризует медленный подъем, и только после накопления определенного багажа знаний начинается их быстрый рост вследствие широкой творческой активности. Нужно вовремя выбрать точку перехода с первого графика на второй».*

Подсчитав время моей работы на заводе электромонтером, инженером во время учебы на старшем курсе и на ГОГРЭС, Михаил Полиевктович убедил меня, что время перехода для меня наступило, и я последовал его совету. Можно добавить и главную причину, более меркантильную, о которой тогда говорить в печатном издании было трудно: я прекрасно сознавал, что до поступления в ВУЗ я, с точки зрения выбранного пути, потерял впустую пять лет, оторванных от периода расцвета способностей человека в молодости. Фактор времени сейчас играл первостепенное значение. Я не знал, что это лишь начало, что в общей сложности потерять мне предстоит одиннадцать лет!

Видимо, мне было суждено преодолевать препятствия на пути к своей цели и впредь. Дирекция электростанции не дала согласия отпустить меня. Но это не было проявлением злой воли или антипатии ко мне – просто было постановление об обязательной трехлетней работе молодых специалистов, и так дирекция шла мне навстречу и разрешила командировку в Москву с целью добиться разрешения на мой перевод в аспирантуру. Конечно, формулировка командировки была иной: мне поручили отвезти в министерство какую-то бумагу. В Москве также не решились дать мне разрешения: старого запрещения никто не отменял. Но видимо, все же, наркоматовские работники видели, как я взволнован и сочувствовали мне. Один из них посоветовал мне рискнуть – раз я зачислен, ехать и приступать к занятиям, если институт не отчислит меня за непредоставление трудовой книжки. Я поехал, рассказал обо всем. Отчислять меня не стали, сказали – подождем несколько месяцев, поселили меня в отдельную комнату в аспирантском общежитии, оформили временную прописку, дали стипендию.

В аспирантуре я пробыл полгода, за это время прослушал курсы и сдал кандидатские экзамены по философии и математике (теории функций комплексного перемен-

ного). Начал также подрабатывать по НИР на кафедре автоматики, участвуя в разработке (по договору с Ленэнерго) реле для разгрузки по частоте, т. е. для поэтапного отключения по заранее предписанным приоритетам потребителей при нехватке мощности в энергосистеме. Нескольким участникам было предложено ознакомиться с литературой и предложить принцип будущего реле. Предложения собирал Б.С. Сотсков. Проанализировав их, он сказал, что рекомендует мое предложение: построить индукционное реле с двумя дисками – облегченным алюминиевым и утяжеленным медным, что позволяло реагировать не только на отклонение частоты, но и на скорость ее падения. Это, по существу, тоже было результатом моего начавшегося увлечения динамикой.

Тем временем Нина продолжала хлопотать о моем отпуске с ГОГРЭС...

МВТУ. Защита кандидатской диссертации

Как-то на улице, незадолго до демобилизации, я неожиданно встретил Бориса Степановича Сотскова. Расспросив меня о моих делах, он дал свой телефон и сказал, что после демобилизации, возможно, будет вакансия у него на кафедре, в МВТУ. Но когда приказ о демобилизации вышел, я все же сначала попытался использовать данное мне право вернуться туда, откуда я был взят в армию, и я поехал в Ленинградский политехнический институт. Если бы мне там вернули жилплощадь, наш жилищный кризис разрешился бы: я с Ниной и Аней жил бы на площади ЛПИ, а родители Нины могли бы поменять площадь в Москве на Ленинградскую...

Сначала я занимался испытанием различных типов контактов по договору с военной организацией – контактов телефонных и кодовых реле, серебряных и золотых контактов от поляризованных реле Сименса. Испытания производились в термобарокамерах и на вибростендах с целью имитации их работы в разных метеоусловиях и на разных высотах, вплоть до стратосферы. В результате этой работы, помимо отчета, я сделал вставки в читаемый курс и подготовил рукопись статьи «К расчету искрогасящих контуров для маломощных контактов, работающих в атмосфере». Курс лекций «Реле и аппаратура автоматики» с этими вставками вышел в 1949 г. в литографированном издании МВТУ, а рукопись пролежала до 1956 г., когда она была опубликована в посвященном академику В.А. Кулебакину сборнике Института автоматики и телемеханики Академии Наук СССР. Как ни странно, Борис Степанович, хотя и имел обширные связи в издательствах, не очень энергично продвигал в печать рукописи своих сотрудников, даже в тех случаях, когда он сам был соавтором.

Далее мне была поручена работа по разгадыванию загадки трофейного английского самолетного автоприцела. Он прикреплялся к устройству поворота пулемета. Стрелок, увидев летящую цель, должен был вращать пулемет так, чтобы связанное с ним оптическое устройство держало бы цель в перекрестье. Дистанция определялась другим устройством или на глаз и вводилась в пульт управления рукояткой. При этом автоматически создавалось упреждение, учитывающее время полета пули и скорость цели. Стрелку оставалось в удобный момент нажать гашетку. Основным элементом автоприцела был гироскоп, ротор которого приводился во вращение электродвигателем. От вала двигателя приводился во вращение также алюминиевый диск, вращающийся в поле электромагнита, питание к которому подводилось от постоянного источника через фигурный реостат, положение которого устанавливалось рукояткой ввода дистанции. Тормозной момент диска передавался на ротор гироскопа и создавал момент прецессии, под влиянием которой связанная с гироскопом оптика отклонялась от линии ствола пулемета, чем и создавалось упреждение.

Мне Б.С. Сотсков предложил рассчитать гироскопическую часть и фигурный реостат, а на свою долю взял расчет электромагнитов и диска. В результате я изложил

теорию этого гироскопа, дал методику расчета фигурного реостата и спроектировал реостат, а изготовление его выполнил заведующий отделом номерного СКБ Полищук, тот самый бывший начальник Ленинградской академии связи, из-за которого пострадал и Борис Степанович. Полищук был оправдан и работал в Москве. Соединив части мою и Бориса Степановича, мы написали статью, которую Борис Степанович взялся передать в журнал «Приборостроение». В рецензии на рукопись было сказано: *«авторы не говорят, для какого объекта предназначена описываемая схема, статья схоластична и не подходит для журнала»*. Борис Степанович сказал, что он попытается продвинуть статью в закрытый журнал, но для этого ее надо будет доработать. У меня не было стимула печатать во чтобы-то ни стало и чувство досады перевесило – я отложил рукопись на долгие годы. Много лет спустя ее прочитал Анатолий Исакович Лурье и сказал, что ее надо во чтобы-то ни стало публиковать. Но тут начались переезды, о которых скажу позднее, и рукопись утерялась.

Много лет спустя был еще один и последний случай, когда я неудачно пытался публиковаться в соавторстве с Сотсковым: после возвращения из месячной поездки по вузам США я подготовил описание учебного процесса в них и организации обучения. Статья тоже не пошла, так как редакция сочла, что она создает впечатление о том, что советские вузы отстают от Америки, хотя в те годы официально провозглашалось, что наша высшая школа лучшая в мире.

Но самым важным в период работы в МВТУ лично для меня было написание с последующей защитой кандидатской диссертации.

Выше упоминалось, что в лаборатории электромашинной аппаратуры ЛПИ в 1940 – 1941 гг. для моделирования станционных генераторов при лабораторной настройке регуляторов возбуждения использовалась схема Ланга из трех машин постоянного тока. В процессе опытов при некоторых режимах работы возникали незатухающие автоколебания. Нужно было установить их причину и способы борьбы с ними. Автоколебания возникают только в нелинейных системах, и для их исследования я предположил, что, если автоколебания в рассматриваемой системе регулирования возбуждения возникли, то они (что показывал опыт) мало отличаются от синусоидальных, т. е. что высшие гармоники малы, и основную гармонику можно определить, сначала отбросив высшие гармоники, а затем, если нужно, уточнить расчет, вводя поправки на действия высших гармоник по очереди.

Система состояла из линейной части и нелинейного элемента. Я составил дифференциальные уравнения линейной части, подставив в них вместо искомой переменной синусоидальную функцию, затем учел действие нелинейного элемента, предположив, что на его вход действует синусоидальная функция, и для определения основной гармоники автоколебаний на выходе нелинейного элемента воспользовался разложением заданной нелинейной функции элемента в ряд Фурье, оставив в уравнениях только первый член разложения. После такой подстановки получались члены уравнения, содержащие в качестве множителей функции синуса и косинуса. Приравнявая порознь нулю коэффициенты при синусе и косинусе, получали два уравнения, содержащих в качестве неизвестных частоту и амплитуду автоколебаний на выходе нелинейного элемента.

Если эта рукопись попадет на глаза специалисту по теории регулирования, он может испытать чувство досады – зачем я так подробно говорю о хорошо известных и даже тривиальных вещах: ведь уравнения, о которых я сказал – это известные уравнения гармонического баланса, входящие в студенческие курсы. Но дело в том, что в 1945 и в 1946 гг., когда понемногу выводились и уточнялись эти уравнения, метод гармонического баланса известен не был. Статья Л.С. Гольдфарба, признанного автора метода гармонического баланса, в котором идея метода излагалась впервые, появилась в печати более чем год спустя, а его докторская диссертация с детальным изложением метода была защищена лишь в 1948 г.

Я не имел оснований претендовать на роль, если не пионера, то хотя бы на соучастника в создании нового метода по двум причинам. Первая – я нигде не публиковал своих результатов, они были изложены лишь в четырех машинописных экземплярах диссертации, и не выступал устно на научных симпозиумах и других форумах. Мне просто это не приходило в голову. Гольдфарб же опубликовал целую серию статей и выступал на многих популярных семинарах и конференциях. Вторая причина – конечный результат диссертации Гольдфарба был более доработан до формы, удобной для инженерных расчетов.

Уравнения гармонического баланса нелинейны относительно искомых параметров и сложны! Общего их решения не существует в аналитической форме. Чтобы преодолеть это затруднение, я ввел еще одну гипотезу: если автоколебания возникают, то причиной этого является то, что существует линейный порождающий резонансный контур, составленный линейной частью и линейным элементом, полученным из нелинейного одним из известных методов линеаризации. Эта гипотеза позднее также была введена М.А. Айзерманом под названием «гипотеза авторезонанса». После того, как построен порождающий контур, «порождающая частота» определяется известными из теории переменных токов методами. Считая, что порождающая частота может быть принята в первом приближении за частоту основной гармоники автоколебаний, мы находили одну из искоемых переменных и оставалось найти амплитуду. Как ее находить в отдельных простейших случаях для ряда типовых схем регулирования – прямого, непрямого, изотропного и др., я показывал в диссертации. Общего же метода не давал, считая, что это уже чисто математическая прикладная задача решения нелинейного алгебраического уравнения с одним неизвестным. Инженер при этом, столкнувшись с более сложной схемой, вынужден был обращаться к курсу приближенных вычислений или изобретать приемы решения сам.

Л.С. Гольдфарб не прибегал к гипотезе авторезонанса. Он привел уравнения к такому виду, где приравнялись частотная характеристика линейной части и ее эквивалент («импеданс») нелинейного элемента. Обе характеристики строились в комплексной плоскости. Частотная характеристика линейной части зависела от параметра частоты, импедансная характеристика нелинейного элемента – от амплитуды. Точка их пересечения определяла сразу и амплитуду и частоту. Метод был очень удобным для расчетов и сразу же приобрел большую популярность.

По совету Б.С. Сотскова я сначала подал диссертацию в институт автоматики и телемеханики. Ее взяли на просмотр и потом сказали, что в институте большая очередь, и я могу рассчитывать на защиту через год или полтора. Один из моих друзей сказал, что при просмотре одним из знакомых Гольдфарба было замечено, что идеи близки, и что лучше оттянуть защиту до выхода в свет статьи Гольдфарба, после чего я сам попрошу взять ее для доработки. Не ручаюсь за истину этого предположения, но потом Лев Семенович, когда мы с ним познакомились, относился ко мне настороженно и оппонентом по моей докторской диссертации выступать отказался.

Я представил диссертацию в совет электромеханического факультета Ленинградского политехнического института. Название диссертации было: «Автоколебания при регулировании напряжения генераторов постоянного тока». Защита прошла успешно, и в марте 1947 г. я стал кандидатом технических наук.

После защиты материальное положение семьи заметно улучшилось: кроме повышения оклада, я оформился на полставки ассистента и получил вместо карточки «литер 5» две лимитные карточки – продуктовую и промтоварную, по которым снабжение было лучше.

Если научная деятельность в МВТУ у меня шла успешно, то обстановка в партийной жизни оставляла желать лучшего. Фронтной идеализм с верой, что партийная жизнь «очистилась», быстро развеялся. Первый неприятный осадок оставила развер-

нувшаяся в эти годы «борьба с космополитизмом». Во-первых, партийные организации занялись вылавливанием в среде преподавателей «безродных космополитов». Для этого была даже установлена негласная «мера» – «тангенс фи», равный отношению ссылок на иностранных авторов в работах к числу ссылок на советские источники. Тот, у кого «тангенс» превышал 0,2, уже считался космополитом, иными словами, чтобы избежать зачисления в «безродные», нужно было или вовсе не ссылаться на иностранных авторов, или на каждую ссылку на них давать не менее пяти ссылок на советские работы.

Зачастую таких ссылок не хватало. Тогда в библиографии стали вставлять работы слабые, неизвестных авторов – лишь бы заполнить пустоту. Далее, от лекторов требовали изложения истории проблемы и максимального выявления приоритета советских авторов или хотя бы русских. Конечно, здесь было допущено немало ляпсусов, дававших повод для насмешек за рубежом. Один из «ляпов» вошел даже в солидные труды и энциклопедии: изобретателем самолета до сих пор считается Можайский, хотя его самолет так и не смог летать.

На кафедре произошел анекдотический случай. Один молодой ассистент, демобилизовавшийся офицер, получил задание скорректировать на «тангенс фи» два учебных плана. По одному он задачу выполнил с лихвой, но по курсу импульсной техники печально сказал: *«Эту работу придется еще продолжить. Мне удалось найти только один источник по этому предмету и то – японский: это импульсная техника Ицхоки»*. Раздался хохот: Якова Семеновича Ицхоки – доцента одной из военных академий все знали очень хорошо, кроме незадачливого борца за «чистоту».

Другой удручающий случай произошел на занятии философского кружка в сети политпросвещения. Один молодой доцент делал доклад о проблемах гносеологии. Доклад был совершенно нестандартным. Докладчик проводил мысль, что нужно энергично развивать положения философии диалектического материализма; что в литературе и лекциях изложение идет на том же уровне, на каком его восемьдесят лет назад излагали Маркс и Энгельс, что создает впечатление застылости мысли на примерах столетней давности; приводил в качестве примера синтез искусственного ализарина, который приводил и Энгельс. Далее он сказал, что попытается показать пример развития гносеологии, взятый из близкой ему области – математики. Он говорил о неизбежности развития познания скачками, так как система, исходящая из определенного круга конечного числа исходных аксиом в процессе эволюционного развития неизбежно доходит до границы, которую не в состоянии перейти, оставаясь на старых исходных позициях. Один из примеров – классическая механика, в рамках которой остается непознаваемым мир, открытый теорией относительности. И далее докладчик, обрисовав основные положения теории множеств, перешел к теореме Гегеля, строго математически обосновывающей его исходную мысль. Присутствовавший на занятиях проверяющий от парткома сидел и морщился, а затем обрушился на докладчика, обвинив его в несусветной отсебятине и попытке ревизовать марксизм, в недостаточном знании трудов классиков, и сказал, что кружок должен, во избежание блуждания во мраке невежества, начать изучать азы марксистской философии по трудам классиков.

... Борис Степанович, конечно, ушел по собственному желанию. В декабре он вдруг сказал мне, чтобы я срочно подавал заявление о поступлении на работу в его лабораторию элементов автоматики в институт автоматики и телемеханики Академии Наук СССР. Это было осуществление «голубой мечты» – институт считался главным идеологом в этом направлении и имел колоссальный авторитет. Я сделал это, быстро получил резолюцию директора о зачислении и подал заявление об увольнении из МВТУ. Кое-кто воспринял это с удовлетворением. Л.П. Лазарев, бывший тогда проректором, сказал, что я – человек Сотскова, и что яблочко от яблони недалеко падает, туда ему и дорога. Но кафедра была разгромлена, а учебный план не завершен. И мне сказали,

что меня отпустят со следующего семестра, пока же я должен довести лекции до конца. Когда я сказал об этом Борису Степановичу, он ответил, что меня все же зачислят в ИАТ, так как иначе вакансии «сгорит», и меня зачислили туда с 31 декабря 1947 г. Я продолжал ходить в МВТУ. В феврале домой пришел перевод – первая зарплата в ИАТ. Это было противозаконно – получение полной зарплаты в двух местах, и я позвонил Борису Степановичу, сказав, что хочу вернуть зарплату. Он мягко разъяснил мне, что этим я подведу и его, и директора института и просил не делать этого. Тогда я спросил – может быть, отказаться от получения зарплаты в МВТУ? Он ответил, что это для них будет очень хороший повод поднять шум на всю Москву и разоблачить очередную «махинацию» Бориса Сотскова.

14 февраля я уволился из МВТУ. Вопреки ожиданию, все произошло мирно. Мне даже предложили продолжать работать ассистентом по совместительству и дать формулировку об увольнении, не прерывающую стажа: *«Освобожден от занимаемой должности в связи с окончанием научно-исследовательской тематики и переводом в институт автоматики и телемеханики Академии Наук СССР»*.

По совместительству в МВТУ я проработал до 1949 г. В 1949 г. вышел в литографированном издании МВТУ мой курс «Реле и аппаратура автоматики. Часть I» Вторая часть написана не была: я уже перестал заниматься этим направлением. В 1948 и 1949 гг. уже в МЭИ я прочитал другой цикл лекций, о котором будет речь впереди.

Когда в 1980 г. к 150 летнему юбилею МВТУ была выпущена книга об училище, я в изложении истории тщетно пытался найти упоминание о Б.С. Сотскове или хотя бы о кафедре спецэлектротехники.

Институт автоматики и телемеханики

Лаборатория элементов автоматики помещалась на первом этаже здания в Малом Харитоньевском переулке, где располагались несколько академических подразделений. Входящий в лабораторию прежде всего натыкался на длинный корпус торпеды, лежащей на полу, и, перешагнув через него, подходил к рабочим столам. В соседней комнате располагались сооружения для имитации магнитного поля кораблей и размагничивающих электромагнитов. Уже эти атрибуты указывали на характер работ лаборатории. Мне было поручено заняться изучением зарубежной литературы и макетированием неконтактных взрывателей для авиабомб и снарядов, обеспечивающих взрыв при приближении взрывателя к земле на расстояние 1,5–2 метра. Для макета требовались специальные лампы и диэлектрики со сверхвысоким сопротивлением – я остановился на емкостном взрывателе электростатического действия. В тонкой электронике мне помогал сотрудник лаборатории Лев Ефимович Эпштейн. Через несколько месяцев был собран макет, реагирующий на поднесенную к нему на расстоянии метра расческу, которую зарядили, проведя ею по волосам. Но параллельно, «для души», я продолжал заниматься теорией регулирования, изучая литературу и посещая знаменитые в те годы семинары в институте, на которых выступали Фельдбаум, Айзерман, Цыпкин, Марьяновский, Бромберг, Солодовников и другие уже известные молодые ученые. В институте читал лекции по математике академик Н.Н. Лузин и периодически из Горького наезжал академик А.А. Андронов, руководивший рядом работ и имевший в институте учеников, таких как М.В. Мееров, В.В. Петров, Г. Уланов. Можно сказать, что это был период расцвета молодых сил, на семинарах ключом была живая творческая мысль, и на глазах создавались фрагменты новой теории регулирования.

Видимо, на обстановке с разработками теории в те годы стоит остановиться подробнее.

Необходимость построения новой теории на новом подходе, позволявшем преодолеть «проклятие размерности» и перехода от отраслевых частных теорий регули-

рования конкретных объектов – паровых машин, турбин, теплоустановок, химических процессов и т. п. – к общей теории начала осознаться еще в 30-х годах. Большие надежды подавала работа Найквиста по теории регенерации радиотехнических усилителей, вышедшая в 1932 г. Начало интенсивно развиваться «частотное направление», пионерами которого в СССР выступили А.В. Михайлов и В.В. Солодовников. Частотный подход позволил примерно вдвое повысить порядок доступных для инженерного исследования уравнений и сулил вывести из тупика, в которую зашла классическая теория.

Но Вторая мировая война оборвала международные научные связи и сильно сузила фронт работ. Работы по автоматическому регулированию продолжались отдельными энтузиастами, не призванными на военную службу, малочисленными редкими группами, и почти все они были подчинены нуждам военной техники. В США и Англии создавались научные городки, в которых изолированные от тревог мира научные коллективы занимались целеустремленной и глубокой разработкой систем радиолокации, управления стрельбой, движением военных объектов, разрабатывая также теорию, без которой создание точных и эффективных систем подобного рода было невозможным. У нас институт автоматики и телемеханики, эвакуированный в город Ульяновск, отложил теоретические разработки, как роскошь, до лучших времен, занимался разработкой устройств автоматического контроля массовых изделий военной промышленности, чтобы заменить автоматами недостающую рабочую силу: устройствами дозирования пороха и т. п. После войны научные связи стали постепенно восстанавливаться и обнаружилось, что по многим направлениям советские ученые значительно отстали от своих американских коллег. Прежде всего это имело место в теории и практике следящих систем для радиолокаторов и устройств управления стрельбой. В США уже выходила знаменитая массачусетская серия монографий по проблемам новой теории, ставшая для нас откровением. Конечно, были и некоторые направления, в которых мы опередили зарубежных коллег. Это прежде всего были работы по теории нелинейных колебаний школы А.А. Андропова, работы Н.М. Крылова и Н.Н. Боголюбова по приближенному гармоническому анализу нелинейных автоколебаний и по некоторым другим направлениям «высокой теории», ставшим вскоре достоянием мировой науки. Но в научно-технических направлениях у нас, как обычно, отставала технология, а свирепое засекречивание лишало ученых приоритета. Так произошло с теорией экстремального регулирования. Ее основы впервые были сформулированы в 40-х гг. В.В. Казакевичем. Они преследовали такие цели, как управление полетом самолета, обеспечивающее наибольшую дальность при заданном запасе горючего. Работы Казакевича докладывались на семинарах, куда можно было пройти только с допуском, и широкая общественность долго о них не знала. А десять лет спустя в США Дрепер и Ли опубликовали открытую работу с описанием схем и изложением теории экстремального регулирования, и по международным правилам приоритет этого открытия закреплен за ними.

В конце 40-х гг. мировая печать уже была заполнена работами по теории автоматического управления. Некоторое приблизительное представление о динамике публикаций в этой области дает опубликованная А.В. Храмым в 1953 г. в трудах второго Всесоюзного совещания по теории автоматического регулирования библиография основных публикаций в этой области. По данным А.В. Храмого было опубликовано: в 1930 г. – 16 советских и 4 зарубежных; в 1939 г. – 63 советских и 12 зарубежных; в 1946 г. – 246 советских и 45 зарубежных работ.

Вряд ли, на самом деле, за рубежом публиковалось меньше, чем в СССР, и приведенные цифры по зарубежным публикациям, видимо, надо увеличить, по крайней мере, на порядок. Но даже эти цифры показывают, что инженер, проектирующий системы регулирования, для изучения теории попадал в весьма затруднительное по-

ложение. Не имея систематизированного изложения в курсах, он был вынужден читать большое количество публикаций в многочисленных периодических изданиях и изучать ряд толстых специальных узких монографий. Качественно эту информацию можно охарактеризовать так.

К концу 40-х гг. на мировом рынке был ряд глубоких публикаций за рубежом. Достаточно назвать такие имена, как Шур, Минорский, Ван дер Поль, Винер, Биркхоф, Жюильяр, Купфмюллер, Леонард, Найквист, Фрезер и Дункан, Вюнш, Ли, Ланг, А. Иванов, Боде, Оппельт, Шеннон, Обрадович, Браун, Кемпбелл, Холл, Ольденбург и Сартгориус, Принц, Мак Кол, Арентт и Теплин, Честнат и Майер, Флюгге-Лотц, Джеймс, Филлипс и Никольс, Лауэр, Лесник и Мадсон, Ньютон, Рагацини, Тастин, Собжик и др. В советской литературе к этому же времени мы имели статьи и монографии Андронова, Витта и Хайкина, Колмогорова, Малкина, Крылова и Боголюбова, Мандельштама и Папалекси, Вознесенского, Корнилова и Пивеня, Солодовникова, Михайлова, Н.Д. Моисеева, Айзермана, Цыпкина, Неймарка, Фельдбаума и др. Это все глубокий, существенный вклад в науку.

С другой стороны, были и малозначащие, не выдержавшие проверкой временем работы, о которых иногда шумели, но которые скоро забыли. Были и работы, содержащие, наряду с новыми интересными положениями, нестрогости и даже ошибки – это работы Щипанова, Кулебакина. Были сделаны попытки изложить основы современной для тех лет теории, но им не удалось преодолеть давление «своей» школы. Таковы книги Корнилова и Пивеня, где в основном давалась несколько продвинутая теория, дополненная изложением теории автономного регулирования Вознесенского, или книга Лоссиевского, где классическая теория дополнялась кратким мало дающим для практики изложением критерия Найквиста. Но особенно острота проблемы усилилась в 1947 г., когда вышла книга В.А. Бесекерского «Дистанционное управление артиллерийскими установками. Часть I. Основы теории автоматического регулирования и теории синхронно-следящего привода». По замыслу автора, за этим, все еще отраслевым названием, скрывалась попытка дать изложение на современном уровне общей теории автоматического управления. Он излагал новую теорию на основе преобразования Лапласа и использования частотных характеристик. Но, к сожалению, автор был инженером, воспитанным в 30-х гг., когда инженерам высшая математика давалась недостаточно глубоко, и в его трактовках было много ляпсусов, совершенно нестрогий «доказательств», допускались ошибки, даже частотные характеристики интерпретировались неверно. Книга немедленно вызвала бурную реакцию, и на нее была помещена очень жесткая рецензия ведущих ученых, указывавшая на большое количество ошибок и заканчивающаяся словами, что книгу нельзя рекомендовать как учебное пособие.

Можно представить положение неискушенного инженера, который, изучая литературу по теории, тонул в море публикаций, в море, таящем подводные камни, водовороты, хаос течений. Теперь уже очень остро ощущалась необходимость в «наведении порядка», систематизации, строгом критическом отборе наиболее ценного и жизненного материала и достаточно логического и стройного его изложения. Иначе говоря, нужно было построить новую научно-техническую дисциплину – общую теорию автоматического регулирования, которая обобщила бы и связала воедино важнейшие достижения классической теории, теории следящих систем и другие новые разделы. Нужно было открыто заявить что это – именно общая теория, а не теория регулирования паровых котлов или чего-нибудь другого.

Естественно, что над этой задачей уже работал ряд ведущих ученых. И вот, не имея еще ни имени, ни авторитета, никому не известный в этой области, я тоже набрался смелости подключиться к решению этой задачи. Произошло это так.

В 1948 г. в МВТУ был организован цикл лекций по теории автоматического регулирования для конструкторов и ряда ведущих инженеров и специалистов, который начал

читать директор института автоматики и телемеханики профессор Борис Николаевич Петров. Но после нескольких лекций он уехал в длительную командировку, и ректорат МВТУ решил пойти на риск – предложил довести курс мне. Материала для этого у меня уже было достаточно, но он совершенно не был систематизирован, тем не менее, я не колебался и согласился. Курс формировался в процессе чтения лекций, при этом я шел впереди аудитории буквально на одну лекцию. Лекции стенографировались, и на следующий день после лекции я получал стенограмму. Сначала стенограммы меня ужасали – я не предполагал, что я так скверно говорю, но удерживала меня от паники очень хорошая реакция на «скверную» речь слушателей. Потом я понял, что живая лекция очень сильно отличается от сухой записи стенограммы. «Читаемое» характерно в буквальном смысле тем, что лекция ведется на разговорном, а не писаном языке и включает элементы диалога или натуралистического показа. *«А чтобы получить это, мы должны будем перейти вот из этой точки вот в эту вот таким вот образом...»*. Я быстро обрабатывал лекции, придавая им литературную форму, и приносил стенографистке. Через некоторое время слушателям и мне приносили литографированный выпуск лекции или пары лекций. Так вышло пять выпусков в 1948 г. и один шестой выпуск в 1949 г.

Среди слушателей был заведующий редакцией автоматики Воениздата инженер-полковник Г.М. Колесников. Он предложил мне на основе этих лекций издать книгу. Я согласился. Написал книгу быстро, оставив в ней лишь линейную теорию, а фрагменты нелинейной теории, которые давались в лекциях, решил перенести после дополнения в следующую книгу. И в 1950 г. осенью вышла в свет моя первая книга «Элементы теории автоматического регулирования». По времени она оказалась первой книгой по общей современной теории автоматического регулирования. Ее структура оказалась удачной, и почти без изменения она входила затем в учебные курсы и последующие книги такого рода. А они стали выходить одна за другой: в 1950 г. – Айзерман (по регулированию двигателей), Блох (регулирование машин), Герасимов и Дудников (регулирование котельных установок), Лоссиевский (о ней говорилось), Соловьев (регулирование в энергосистемах); в 1952 г. – Айзерман, Блох (вторые издания), Кириллов (регулирование турбин), Мееров (регулирование электрических машин), Т.Н. Соколов (электрохимические системы); с 1954 г. начал выпускать цикл монографий Е.П. Попов, вышли коллективные труды под редакцией Солодовникова и т. п.

Рецензии на книгу были положительными. Ее заметили в США и ФРГ. Но личное мое впечатление таково, что мои именитые коллеги по институту встретили ее прохладно, считая, что я, не внося своего вклада в теорию, быстро и ловко сумел опередить других, более маститых, в изложении чужих результатов. Признать, что книга сыграла заметную роль, стали гораздо позднее. Но все же с этого времени я вошел в глазах научной и инженерной общественности в когорту «регулирующих».

В семье в этом году также произошло крупное событие: в апреле 1948 г. родился сын Григорий. Население нашей 26-метровой комнаты достигло 6 человек. А книгу я писал дома, приткнувшись в уголке за маленьким столом. До сих пор поражаюсь тому, что в страшной тесноте и при шуме мне не раз удавалось работать наиболее продуктивно.

В 1949 г. меня пригласил заведующий кафедрой автоматики и телемеханики МЭИ профессор Петр Сергеевич Жданов и предложил прочитать курс по ТАР, а, если соглашусь, – то и перейти на работу в МЭИ по совместительству. Я согласился и прочитал курс студентам более успешно, чем когда-либо позднее. Возможно, был резкий контраст как с содержанием, так и со стилем подачи курса моим предшественником. По окончании курса студенты подарили мне часы с трогательной надписью. После этого МЭИ представил меня к званию доцента, и это звание ВАК присудил мне 22 апреля 1950 г. А с мая 1950 г. я стал ученым секретарем института. Сначала я шел на это

неохотно, боясь, что это повредит научной работе. Конечно, это замедлило в какой-то мере научный рост, но сейчас я не жалею об этом периоде – на этой должности у меня образовалось много полезных связей, накопился опыт планирования и оформления отчетности, я лучше ознакомился со всеми научными направлениями института и расширил свой кругозор. На посту ученого секретаря я, наконец, получил возможность прекратить работу над элементами автоматики, которая отнимала много времени и сил, но не вызывала интереса.

Но загруженность секретарской работой была такова, что я не решился подключаться к какой-либо плановой теме и проводил работу по избранной области индивидуально. И позднее, когда я руководил плановыми НИР, я все равно до последних лет занимался и индивидуальной деятельностью, и она приносила мне наибольшее удовлетворение. Возможно, это объяснялось и моим замкнутым нелюдимым характером.

Одна из первых работ, выполненных в должности ученого секретаря в порядке «хобби» была работа по влиянию переменного сухого трения.

Еще в лаборатории электромашинной аппаратуры в ЛЛИ я заметил, что довольно часто регуляторы, у которых подвижный орган связан с сильными короткими пружинами, может вполне удовлетворительно работать без пристроенных к нему демпферов. Аналогичный эффект иногда наблюдался и в регуляторах с угольным столбом, где якорь электромагнита сжимал столб из угольных шайб, оказывавший пружинящее действие. Известная Андроновская теория регулятора с сухим трением объясняла это явление качественно, но не количественно. Андронов исследовал регулятор с постоянным по величине и переменным по знаку Кулоновским трением. В нем существовала ощутимая зона застоя, а огибающая колебаний была прямолинейной. В данном же случае зона застоя была весьма мала, а огибающая была экспоненциальной, как в линейных осцилляторах с демпфером.

Вожу гипотезу: в сечениях пружин при их деформации возникают силы сухого трения, которые, подобно Кулоновским, по знаку противоположны направлению скорости движения, а по величине пропорциональны нормальному давлению в сечениях, т. е. пропорциональны деформации пружины, если соблюдается закон Гука. Это – задача об осцилляторе с переменным сухим трением. Фазовый портрет его представлен траекториями, состоящими из кусков эллипсов, у которых в каждом квадранте изменяется соотношение между полуосями. Траектории скручиваются к началу координат, т. е. зоны застоя нет, и, если ее аппроксимировать спиралью, пересекающей оси в тех же точках, получим портрет линейного эквивалентного осциллятора. Статья об этом по представлению академика Кулебакина была опубликована в Докладах АН СССР в 1951 г.

В это же время я выступал с лекциями по отдельным темам на семинарах по теории регулирования, и эти лекции включались в литографированные издания института и в конечном итоге вошли в знаменитый «Солодовниковский кирпич».

В 1952 г. я предложил усовершенствовать графоаналитический метод приближенного построения кривых переходного процесса по вещественной частотной характеристике, аппроксимированной суммой трапеций – метод Солодовникова. Я предложил строить сумму треугольников вместо суммы трапеции. Это позволило исключить лишний параметр в аппроксимирующей характеристике и при одинаковой точности построения уменьшить объем расчетных таблиц примерно в 100 раз. Кроме того, исключалась необходимость построения порознь всех составляющих процесса, чтобы их затем суммировать, и предложенной методикой вычисления получать прямо конечную кривую. Далее, метод позволял просто оценивать погрешность построения и, если она оказывалась нежелательно большой, давал возможность установить – на какое число треугольников следует разбить исходную характеристику, чтобы получить требуемую точность.

...Стали срочно искать кандидата на этот пост директора ИАТ. Остановились на кандидатуре заведующего лабораторией, хорошо проявившего себя в эвакуации, волевого и энергичного профессора Вадима Александровича Трапезникова. Президиум его утвердил с поддержкой нашего партбюро. Но он был беспартийный, и были приняты срочные меры по его вступлению в партию. Тогда существовала партийная организация отделения технических наук. Прием должен был проходить через наше бюро и через партком отделения. У нас все прошло гладко, а на парткоме произошел анекдотический случай. Когда Трапезникову задали вопрос, сколько у него было жен, он помолчал несколько секунд, потом сказал: «Мне надо подумать». Рассмотрение дела отложили. Я недоумевал – как можно не помнить, сколько было жен? Романов, смеясь, сказал – «Он хорошо помнит, но не знает, о скольких женах известно парткому». Как ни странно, Трапезников был принят в партию очень быстро, хотя по числу жен – семь – он сравнился с Иваном Грозным. Видимо, в обстановке разброда больше всего нуждались в твердой руке. Как ученый он был практически неизвестен, какие-то работы у него были по типизации асинхронных двигателей, по автоматике – ничего. Но это сочли второстепенным.

Трапезников стал быстро наводить порядок. В институте работало несколько бездельников, с большими претензиями, от которых давно пытались избавиться, но профсоюз мешал. Трапезников вышиб всех прохиндеев мастерски. И вот – я не знаю с чего это началось – он вступил в конфликт с тройкой: Романов–Рябов–Кузнецов.

...И с мая 1952 г. я перешел на должность старшего научного сотрудника, занявшись в лаборатории Я.З. Цыпкина приведением уравнений синхронных генераторов к различным системам осей – это нужно было для построения моделей генераторов. Тем временем я получил два предложения: одно от МЭИ возглавить новую кафедру, другое – от Михаила Полиевктовича Костенко – переехать на работу в Ленинград во вновь образуемый там филиал института автоматики и телемеханики – ЛОИАТ. Я попытался сначала подать заявление в МЭИ, но ректор Чиликин, ознакомившись с большой анкетой, испугался осужденного на 15 лет моего брата и дал отбой. Тогда я дал согласие Костенко и сразу встал на учет в бюро по обмену жилой площади. Реакция была неожиданно быстрой: профессор Кириллов в связи с поступлением его сына в Московскую консерваторию менял свою трехкомнатную квартиру на московскую площадь. У них была «сильная» родственница – вдова Валерия Чкалова, комната нужна была как временная зацепка для прописки в Москве, и его наш вариант устраивал. Неэквивалентность обмена (в Ленинград едут пятеро – мама Нины умерла), в Москву – один, вызвала, было, затруднения в бюро, но Кирилловы быстро уладили это «в верхах», и обмен был разрешен. Осенью уехала семья, я задержался для окончания работы и сдачи дел и жил у соседок, и с 16 января я стал старшим научным сотрудником ЛОИАТ и переехал в родной город.

ЛОИАТ. Докторантура

Новая наша квартира располагалась на Лесном проспекте. В ней было три изолированные комнаты, одну из которых предоставили Петру Владимировичу, другую – детям, Ане и Грише, а большая комната служила столовой, кабинетом и на ночь нашей с Ниной спальней. Горячей воды и ванной не было, и мы сами установили ванну в кухне и газовую водогрейную колонку.

До лета 1953 г. я оставался в штате МЭИ, взяв руководство группой студентов, практиковавших в Ленинграде, а с сентября поступил доцентом по совместительству в Ленинградское отделение Всесоюзного заочного энергетического института.

ЛОИАТ помещался на Дворцовой набережной, дом 18 – в бывшем дворце великого князя Михаила. Меня зачислили на должность старшего научного сотрудника и

дали небольшую группу, которая должна была перерасти в лабораторию. В институте создавалась большая электродинамическая модель строящейся Куйбышевской электростанции и линии передачи Куйбышев–Москва. Синхронные генераторы станции моделировались синхронными генераторами мощностью в несколько десятков киловатт, турбины – двигателями постоянного тока, на приводной вал от них к синхронным машинам насаживались схемные маховики для моделирования маховых масс агрегатов. Возбудители моделировались машинами постоянного тока меньшей мощности. Машинный модельный зал занимал огромное помещение. Столь же крупные габариты занимала и модель линии электропередачи.

При моделировании как машин, так и ЛЭП возникала неизбежная трудность – при уменьшении габаритов физической модели сопротивление обмоток и проводов возрастало, а индуктивность падала, и для восстановления их соотношения приходилось прибегать к дополнительным усложнениям. К синхронным машинам пристраивался вспомогательный генератор, компенсирующий возрастание падения напряжения на сопротивлении, а линию передачи пришлось разбить на восемь ячеек с сосредоточенными параметрами в виде четырехполюсников, питая их повышенным напряжением 6000 вольт. Катушки, имитирующие сопротивление и индуктивность линии, делались большого, до метра, диаметра из толстой медной проволоки, к линии добавлялись тяжеловесные батареи конденсаторов. Во избежание искажения электромагнитных полей, все монтировалось на деревянных стеллажах, что вынуждало прибегать к специальным мерам противопожарной защиты, а высокое напряжение также требовало мер по технике безопасности. На модели имитировались режимы нагрузок станции, регулирование возбуждения и короткие замыкания.

Но уже ясно осознавалась необходимость в моделировании водоводов турбин и гидравлического удара, регулирования частоты и скорости турбин. Этой группой «медленных» процессов и было поручено заниматься мне. Сначала М.П. Костенко хотел, чтобы я «пристроил» соответствующие дополнения к его модели. После нескольких дней изучения проблемы я пришел к выводу, что такое решение нецелесообразно. Модель уже работала очень напряженно, выкроить время для наладок дополнительных устройств и для исследования процессов в механической части было весьма трудно, мы все время ощущали бы голод модельного времени. Для моделирования гидроагрегата можно было обойтись более простыми средствами – малыми электрическими машинами и сильно упростить модель линии, так как для регулирования частоты и скорости такие процессы, как токи короткого замыкания, сверхпереходные процессы в электрических цепях практически не представляют интереса. И я предложил создать для этих целей «малую электродинамическую модель». Костенко согласился.

Разработку модели гидравлического удара я поручил младшему научному сотруднику Василию Васильевичу Семенову и дипломнику физико-механического факультета ЛПИ, пришедшего к нам на преддипломную практику Анатолию Аркадьевичу Первозванскому; инженеру Галине Георгиевне Корнитенко при консультации Семенова поручили разработку модели регулятора скорости, а младшему научному сотруднику Елизавете Николаевне Фоминой, до этого работавшей в ИАТ у Я.З. Цыпкина и переехавшей в Ленинград почти одновременно со мной, поручил проектирование и монтаж самой модели по данным наших групп. Сам я занялся теоретической проработкой – в какой мере и как нужно учитывать тонкие электрические явления в малой модели – крайне малого сопротивления статорной обмотки статора генератора, демпферных обмоток его ротора и волновых процессов в линии электропередачи и, конечно, активно следил за остальными работами. В конечном итоге я показал, что при существенных для рассматриваемых процессов частотах достаточно учесть влияние всех обмоток генератора путем соответствующего изменения коэффициента демпфирования в линейной модели второго порядка. Влияние массы вра-

щающихся частей можно моделировать соответствующими изменениями параметров в цепях приводов постоянного тока. Для ЛЭП я получил таблицу, по которой определялось необходимое число моделирующих четырехполюсников в зависимости от существенной частоты процесса и длины линии. Для нашей конкретной модели ЛЭП Куйбышев – Москва из этой таблицы следовало, что достаточно было ограничиться одним четырехполюсником. Все эти материалы я предполагал включить в свою будущую докторскую диссертацию.

Гидравлический удар особо заинтересовал Костенко: его очень заинтриговал обнаруженный в натурном эксперименте факт возрастания скорости в начальном периоде, если направляющий аппарат турбины быстро закрывается, т. е. действует на уменьшение скорости. Для исследования этого явления он даже пригласил из Еревана академика Армянской ССР Ивана Васильевича Егиазарова (работавшего в 20–30 гг. в ЛЭТИ). Тот вышел недавно на пенсию и приехал в Ленинград. В Ереване он занимался моделированием гидравлического удара с помощью резиновых трубчатых вставок и металлический трубопровод. Но такая модель требовала, чтобы турбина моделировалась также турбиной, и пришлось выбирать другой путь. Я высказал мысль, что можно использовать модель в виде электронной схемы с емкостным контуром в цепи сетки. А.А. Первозванский проанализировал уравнения трубопровода и предложил аппроксимировать их звеном с передаточной функцией в виде дроби, в числителе и знаменателе которой были бы полиномы первого порядка. Но сопротивление, определяющее полином в числителе, он предлагал делать переменным. Мы изготовили такой макет, но переменное сопротивление приводило к неприятностям, работало неустойчиво, а иногда схема вообще отказывала. Малейшее нарушение контакта при движении ползунка сейчас же приводило к разряду конденсатора, и схема переставала работать. Проанализировав ошибку, вносимую при замене переменного сопротивления постоянным, я в конечном итоге спроектировал схему с постоянным сопротивлением, которое нужно было менять только при изменении нагрузки турбины, и эта схема оказалась работоспособной. Статья моя, Первозванского и Семенова «Электродинамическая модель гидравлической турбины и ее регулятора скорости» была опубликована позднее в Известиях АН СССР (Отделение технических наук, 1956 г., № 1), а положения о моделировании гидравлического удара вошли в третье издание моей книги.

В те годы существовала докторантура. Посоветовавшись с М.П. Костенко и показав ему материалы по этим разработкам, я подал заявление о вступлении в докторантуру и был зачислен в нее с 31 декабря 1959 г. сроком на два года. Но тут же последовал «контрудар»: по настоянию райкома партии, после долгого сопротивления мне пришлось согласиться на избрание меня секретарем партийного бюро института и кандидатом в члены пленума райкома. Партийная работа отвлекала от написания диссертации. Кроме того, в эти годы я сам взвалил на свои плечи научно-общественную работу по организации и руководству общеленинградским семинаром по теории автоматического регулирования и выполнял также достаточно трудоемкие поручения В.А. Трапезникова...

Ленинградский семинар по ТАР

В Москве я с большим интересом прочел две работы профессора Ленинградской Краснознаменной военно-воздушной академии имени Можайского Евгения Павловича Попова. Одна – по истории возникновения и развития теории, другая – учебное пособие «Теория автоматического регулирования. Часть I» (издание ЛКВВИА, 1952 г.). Эти книги привлекли меня оригинальным изложением и рядом новых мыслей. Я разузнал телефон автора, позвонил и спросил: «Сможем ли мы встретиться и когда?» Он пригласил приехать «прямо сейчас» – это было 14 февраля 1952 г. Я взял эк-

земляр своей книги, надписал и приехал неожиданно для себя прямо к праздничному столу – был его день рождения. Книга выручила: приехать без подарка было все же неудобно. Он сразу же надписал для меня свою книгу, и вечер прошел тепло и непринужденно; я познакомился с другими преподавателями академии, в том числе с Башкировым, автором интересной работы по новому графоаналитическому методу построения переходных процессов. В разговоре я сказал, что хочу организовать при ЛОИАТ городской семинар. Евгений Павлович поддержал предложение, согласился войти в состав бюро семинара. Вошел туда и А.И. Лурье. Первое заседание семинара состоялось в мае 1953 г. Доклад сделал профессор ЛЭТИ Александр Васильевич Фатеев. На последующих заседаниях были доклады Я.З. Цыпкина, Т.Н. Соколова, Е.П. Попова, мой, А.В. Башарина и других ученых. К семинару потянулись специалисты из разных учреждений, из ЛПИ, ЛЭТИ, из Военно-морской академии имени А.Н. Крылова, инженеры крупных ленинградских заводов. Люди знакомились, вступали в деловые контакты, активно выступали в дискуссиях. До сих пор при встречах со мной ленинградцы тепло вспоминают об этом семинаре и говорят о его значительной роли в развитии данной науки в Ленинграде. Краткий отчет о работе семинара за 1953–1954 гг. был помещен в журнале «Автоматика и телемеханика» (№ 3 за 1955 г.). В последующие годы семинар продолжал работать, но публикаций о нем не было: у меня не доходили руки.

Московские поручения

На протяжении всех лет работы в Ленинграде у меня не прекращалась самая тесная связь с институтом автоматики и телемеханики в Москве. Мне неоднократно давались ответственные поручения. Первое из них было, как бы, непосредственным продолжением работы в ИАТ. В 1952 году вышла книга М.В. Меерова «Основы автоматического регулирования электрических машин». Хотя название было «отраслевое», фактически это тоже была книга по общим основам теории в трактовке автора. Значительное место в книге было уделено методу синтеза систем специальной структуры, включающей усилитель с весьма большим коэффициентом усиления, который теоретически можно было увеличивать до бесконечности, не нарушая устойчивости системы. Эта часть вызвала дискуссию, в частности, В.В. Солодовников считал такие системы практически невозможными, так как при беспредельном увеличении коэффициента усиления неизбежно обнаружится возросшее действие самых ничтожных неучтенных в уравнении параметров. При этом частотная характеристика обязательно «распухнет» до такой величины, когда она захватит критическую точку, и по критерию Найквиста система станет неустойчивой. Конечно, это утверждение сильно сгущает краски, а по существу теория Меерова была первой по времени, хотя и иной по форме, теорией сингулярно возмущенных систем, которая получила впоследствии распространение, но не стоило и переоценивать значения метода, которое проскальзывало в изложении Меерова. Наличие противоречивых откликов побудило В.А. Трапезникова поставить обсуждение книги на семинаре в ИАТ, и он просил меня подготовить и вести этот семинар. Я, готовясь к семинару, проштудировал книгу внимательно, и к своему ужасу увидел, что она кишит описками, опечатками, ошибками – не принципиальными, но сильно портящими впечатление. Это был стиль М.В. Меерова, который проявлялся и в его статьях – поспешность, неряшливость, в результате – «грязное» изложение. На семинаре я не скрыл этого недостатка, но все же не допустил «разгрома», и в целом семинар дал книге положительную оценку.

В ноябре-декабре в Москве в помещении МГУ состоялось организованное ИАТ II Всесоюзное совещание по теории автоматического регулирования – первое такое совещание было проведено перед войной. Я принял в нем активное участие, участво-

вал в работе оргкомитета и в написании совместно с Б.Н. Петровым, Е.П. Поповым и А.Б. Храмым большого доклада «Развитие теории автоматического регулирования в СССР» для пленарного заседания, выступил с обзорным докладом «Методы построения переходных процессов по частотным характеристикам и частотных характеристик по переходным процессам» на секционном заседании и после совещания редактировал второй том его трудов, которые издавались Ленинградским отделением Академиздата. При редактировании произошли два неприятных события. Во-первых – на секции было выступление В.В. Солодовникова о методе построения переходных процессов в нелинейных системах и системах с переменными параметрами. Выступление не содержало ссылок на литературу и создавалось впечатление, что авторы (Солодовников и Матвеев) излагают свой метод. Но этот метод был «с точностью до чертежей» описан в 1938 г. в журнале «Философический мэгэзин» В. Бейли и Дж. Sommerвиллом. Я предложил техническому редактору внести ссылку и показал ему журнал. Он страшно возмутился, сказал, что это чистой воды плагиат и, если бы это не было замечено при редактировании, мог бы произойти международный скандал, доложил директору, и от редакции пошло Трапезникову возмущенное письмо с просьбой привлечь Солодовникова к ответу. Не знаю реакции Трапезникова, но текст выступления был изменен – он шел не от первого, а от третьего лица и начинался с того, что Солодовников и Матвеев отметили, что в некоторых случаях может оказаться полезным метод Бейли и Sommerвилла, и дальше шло изложение метода.

Во-вторых – в тексте доклада Ю.И. Топчиева о практических приемах синтеза корректирующих устройств я обнаружил ряд ошибок, послал автору замечания; получив исправленный текст, нашел еще ошибки; опять отправил автору, и в третий раз опять столкнулся с ошибками. Редактор больше не соглашался переписываться с Топчиевым, чтобы не задерживать печати, и хотел вообще этот доклад изъять, но я уговорил его поместить вместо доклада краткую аннотацию, что и было сделано с примечанием: «Доклад не мог быть напечатан по техническим причинам».

К более поздним поручениям относятся: участие в подготовке первого международного конгресса ИФАК, участие в составлении ряда статей для «Энциклопедии по автоматике», участие в работе редакции журнала «Автоматика и телемеханика» и некоторые другие.

Докторская защита

Еще в Москве с Воениздатом был заключен договор на выпуск второго издания «Элементов теории», и до отъезда я успел сдать рукопись, которая должна была выйти в 1953 г. Но Воениздат сообщил, что из-за технических причин – недостатка бумаги, перегрузки типографии и т. п. – он вынужден отложить на год выпуск книги, тем более, что она не относится прямо к военной тематике. Когда я сказал об этом Е.П. Попову, он предложил мне встретиться с приехавшим в Ленинград редактором редакции автоматики Физматгиза Вольпертом. Встреча состоялась. Вольперт сказал, что готов взять рукопись, но сначала надо расторгнуть договор с Воениздатом. Я поехал в Москву к начальнику Воениздата. Он пытался уговорить меня подождать, но я сказал, что не уверен в том, что, поскольку книга не военная, ее не отодвинут еще раз и настаивал на расторжении договора. Тогда он вызвал Колесникова с рукописью и написал резолюцию – в набор. И книга вышла в 1954 г.

До окончания срока докторантуры оставалось полгода, но материал пока так и лежал необработанным. Я пошел к М.П. Костенно показать его и посоветоваться, как хотя бы на полгода полностью освободиться от всего остального, и заодно принес ему дарственный экземпляр новой книги. Он выслушал, полистал книгу и сказал, что он на моем месте попытался бы защищать книгу. Я ответил, что в ней мой личный науч-

ный вклад недостаточен; если бы она была учебником – ее можно было бы защищать. *«Но можно получить разрешение ВАК защищать ее как учебное пособие»*, – сказал М.П. Костенно. *«Но она не имеет этого грифа»*, – возразил я. *«Так его надо получить, пусть задним числом»*, – ответил он. И затем помог мне быстро этот гриф и разрешение ВАК на защиту получить. Тем временем он переговорил с Трапезниковым, и тот тоже поддержал эту идею. И я представил книгу и необходимые материалы в совет ЛПИ. Официальными оппонентами были назначены члены-корреспонденты АН СССР Б.Н. Петров, профессор Е.П. Попов и, к сожалению, не помню третьего оппонента. В сентябре 1955 г. состоялась моя защита. На нее пришли не только сотрудники ЛОИАТ, но и работники кафедры автоматики, и старые друзья по студенческим годам. Их ждал комико-драматический спектакль. К сожалению, я не сохранил никаких копий документов о защите – ни отзывов оппонентов, ни выписок из стенограммы, ни копий отзывов «черных оппонентов» ВАК, и могу говорить только по памяти, из которой за тридцать лет многое выветрилось...

Защита длилась шесть часов. Завершилась она хорошим голосованием в мою пользу (один или два голоса против). Я еще не подозревал, что это только начало и что дальше атаку на диссертацию поведет компания, возглавляемая Петром Ивановичем Кузнецовым.

16 сентября я был отчислен из докторантуры («в связи с защитой диссертации»), а с 16 января 1956 г. назначен заведующим лабораторией автоматики Института Электромеханики при Государственном комитете по электротехнике при Госплане СССР, с сохранением научно-методического руководства Академией наук СССР.

Превращение ЛОИАТ в ИЭМ произошло так. М.П. Костенко с самого начала не скрывал намерений использовать ЛОИАТ как базу для создания самостоятельного института, по профилю близкого к его специальности – электрические машины.

В 1955–56 гг. происходила реформа Академии. Одержимые идеей максимального приближения науки к производству Н.С. Хрущев и его окружение отобрали от Академии технические и другие прикладные институты, передав их отраслевым ведомствам под лозунгом усиления отраслевой науки. За передаваемыми институтами, как правило, сохранялась «звездочка» – двойное подчинение: административно-финансовое – соответствующему ведомству, научно-методическое руководство – Академии. Хотя, вопреки существующему всюду, кроме Академии, порядку, директора институтов в Академии избирались общим собранием членов Академии, а не назначались, выборность директоров в переданных институтах сохранялась, но дополнялась утверждением их министерствами. Но «музыку» все же заказывал тот, кто платил деньги. Началось неизбежное снижение фундаментальности исследований и мельчание характера работ. К сожалению, реформу довольно активно поддерживали некоторые крупнейшие ученые, такие как Курчатов, Келдыш, Семенов. Видимо, их тревожило, что в современных им условиях исследования в области техники требуют дорогостоящего оборудования и технические институты отсасывают изрядную долю академического бюджета. Конечно, лишившись технических институтов, Академия продолжала получать крупные фундаментальные результаты по другим направлениям, но развитие техники в те годы уже требовало опоры на глубокие фундаментальные исследования. Ослабление и ведомственная раздробленность таких исследований привели, в конце концов, к тому, что Академию стали невольно обвинять в сокращении внедрения результатов в производство, в уменьшении явно выраженной сиюминутной эффективности, вызванной резким уменьшением хозрасчетных работ в самой Академии. А в последующие годы на нее возлагалась и немалая доля вины в катастрофическом отставании машиностроения, электронной техники, вычислительной техники, информатики. Но только тридцать лет спустя после реформы ее восхваление, как проявление мудрости партии, сменилось открытым признанием с трибуны общего

собрания Академии, что реформа была крупной ошибкой, приведшей к обескровливанию технического направления в Академии.

М.П. Костенко умело воспользовался этой ситуацией, чтобы реализовать свое стремление и добился создания на базе ЛОИАТ института, близкого его интересам. Эти годы были временем расцвета его деятельности: с 1953 г. он академик, с 1955 г. – директор института, с 1957 г. – член Президиума, уполномоченный по Ленинградским учреждениям Академии, а с 1958 г. – лауреат Ленинской премии и депутат Верховного Совета СССР.

Институт электромеханики. Числовое программное управление

После организации лаборатории автоматического управления в 1956 г. в ИЭМ работу с малой моделью продолжали Г.Г. Корнитенко и Е.Н. Фомина. Над различными схемами регуляторов, в основном на магнитных усилителях, продолжали работать В.В. Семенов и Э.Ф. Степура. Для основного нового костяка лаборатории была выбрана новая тематика – числовое программное управление станками. Побудило к этому обращение представителей судостроения, которые искали способы замены ручных плазовых работ автоматизированным раскромом. По традиционному способу на полу огромного зала «на плазу» вручную в натуральную величину сначала вычерчивались контуры обводов листов обшивки корпуса судна, затем по этому чертежу производилась резка металлического листа. Трудность перевода этих работ в программу для ЭВМ состояла в том, что уравнивание кривых, по которым производился раскрой, были неизвестны, кривые «снимались» с уменьшенных объемных макетов, выполненных конструктором «на глаз» и уточненных после испытаний в опытовом бассейне. Перенесение точек контура на чертеж, определение их координат и ввод в машину было не более простой операцией, чем вычерчивание «на плазу». Аналогичной задачей занимались и в Ленинградском отделении математического института имени Стеклова, располагавшемся в том же здании, где и мы. На этой почве у меня и произошло первое знакомство с Леонидом Витальевичем Канторовичем, впоследствии академиком, лауреатом Нобелевской премии, который занимался проблемами оптимального раскроя материалов. Из этих контактов мы узнали, что математики решали задачу путем кусочной аппроксимации контура отрезками кривых, выражаемых полиномами разных степеней. С другой стороны, мы знали, как сходные задачи решаются и в машиностроении. Там контур детали также разбивался на ряд отрезков «опорными точками», координаты которых определялись с чертежа или вычислялись на универсальной ЭВМ, а между опорными точками существовало более простое вычислительное устройство – интерполятор – вело рабочий инструмент либо по прямой линии (линейная интерполяция), либо по отрезкам дуг окружностей (круговая интерполяция). Если профиль кривой был более сложным, чем окружность, то число опорных точек при линейной интерполяции приходилось делать очень большим, чтобы обеспечить заданную точность обработки. При круговой интерполяции при той же точности требовалось меньше опорных точек, но все же их число, если кривизна профиля изменялась, было слишком большим. И мы решили выбрать промежуточный вариант между круговой интерполяцией и интерполяцией, выполнявшейся в институте Стеклова – интерполировать по различным кривым второго порядка. В качестве основной задачи мы поставили разработку цифрового интерполятора, который мог бы легкой перестройкой устанавливаться на воспроизведение прямых линий, окружностей, эллипсов, парабол или гипербол. Силы распределились по группам: я, Михаил Борисович Игнатьев, окончивший недавно ЛПИ, Евгения Ивановна Перовская и математик Анатолий Романович Гарбузов занялись построением теории интерполятора. Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Геннадий Николаевич

Соколов – высококвалифицированный специалист по электронике с помощниками занялся разработкой электронных схем. Инженер Борис Львович Ермилов, склонный к изобретательству, стал сам придумывать и собирать схемы устройств, воспроизводящих квадраты, кубы, корни квадратные и т. п.

Я подошел к решению задачи с позиций, навеянных работами Шеннона и Форбса. К. Шеннон исследовал проблему построения обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральные кривые которых совпадали бы с заданной кривой. Он показал, что такие уравнения можно построить для всех аналитических функций, кроме гипертрансцендентных. Форбс же показал, как заданное дифференциальное уравнение может реализоваться в аналоговой модели, состоящей из типовых блоков – интеграторов, сумматоров, умножения на постоянную величину и функциональных преобразователей. Занявшись каноническими кривыми второго порядка, я рассчитал устройства, состоящие из двух интеграторов, построенных на решающих усилителях, которые путем переключения связей между интеграторами и введения в них определенных начальных условий вырабатывали бы в двух выходах системы координаты: прямых и всех кривых второго порядка. Далее, было показано, что эта же система может воспроизводить в других точках тригонометрические и гиперболические функции. А добавляя число интеграторов, можно было воспроизводить полиномы различных степеней, а также обратные им функции, т. е. решать алгебраические уравнения высоких порядков. По завершении этого этапа воспроизведение всех указанных кривых было продемонстрировано на электронном осциллооскопе на заседании учебного совета. Этим закончился первый этап работы. Начался следующий – построение системы, управляющей не движением электронного пучка по экрану, а двигателями, перемещающими рабочий инструмент. Построенная аналоговая схема вырабатывала напряжения, пропорциональные координатам воспроизводимой кривой. Нужно было построить цифровое устройство, которое посылало бы импульсы в шаговые двигатели. Напряжения в аналоговой схеме следовало заменить числами импульсов в цифровой схеме. Для этого нужно было, прежде всего, построить цифровые интеграторы. Эту задачу решил Г.Н. Соколов, выбрав в качестве основы этих интеграторов двоичные умножители с последовательным переносом чисел в регистр. Схема была собрана, смонтирована в компактном красивом корпусе и опробована на ВДНХ, на фрезерном станке с программным управлением. В качестве пробных образцов вытачивались круглые диски. И вот оказалось, что с этим интерполятором вместо круга диаметром 10 сантиметром вытачивается эллипс, у которого большая ось длиннее малой на 30 микрон. Для высокоточной обработки это было слишком много. Пришлось начать новый этап теоретических разработок. Причина ошибки угадывалась легко: аналоговые устройства описываются дифференциальными уравнениями, а цифровые, в первом приближении, – разностными (на самом деле более сложными, так как ограниченный объем регистров вынуждает в процессе вычислений на каждом шаге округлять числа). Сначала было исследовано первое приближение – описание схемы линейными разностными уравнениями. Была установлена величина ошибки, которая оказалась примерно такой, как и обнаружил опыт. Был найден и способ ее уменьшения – теоретический – путем коррекции начальных условий, и Соколов нашел схемный способ путем введения добавочных корректирующих регистров.

Б.Л. Ермилов разработал и получил авторские свидетельства на новый круговой интерполятор, «квадратор», «кубатор» и «извлекаватель корней». А.Р. Гарбузов построил теорию ошибок, вызванных округлением, для линейных интерполяторов (для криволинейных интерполяторов такая теория получалась уже неоправданно сложной). М.Б. Игнатъев с Е.И. Перовской расширили теорию на построение объемных кривых и предложили методы обработки поверхностей второго порядка. М.Б. Игнатъев на основе тех математических преобразований, которые при этом выполнялись, построил

«теорию избыточности», которой в последующие годы посвящал ряд конференций, проводившихся на теплоходе, курсирующим по Неве, Ладоге и Онежскому озеру до Кижей. Теоретической основой этих работ был метод неопределенных коэффициентов, дальнейшим развитием которого была разработка устройств и алгоритмов для управления механическими системами с избыточностью и кинематическими целями типа многозвенных манипуляторов и роботов. В 1963 г. вышла монография М.Б. Игнатъева «Голономные автоматические системы» под моей научной редакцией, в которой был описан открытый им феномен адаптационного максимума в сложных развивающихся системах – биологических, социально-экономических, технических.

В 1956–1957 гг. в числе опубликованных были и работы, задержавшиеся с раннего периода. Так, рукопись «К расчету искрогасящих контуров...», написанная еще в МВТУ, была опубликована в 1956 г. в сборнике, посвященном академику В.А. Кулебакину (издательство АН СССР). В 1956 г. в Болгарии вышел перевод книги «Элементы теории...»; а в 1957 г. вышли в свет ее переводы в КНР и Румынии.

В журнале «Автоматика и телемеханика» (№ 7 за 1957 г.) вышла статья «Приближенное определение процесса установления автоколебаний в некоторых нелинейных системах автоматического регулирования», которая была результатом продолжения моих личных исследований. Метод гармонического баланса позволял определять параметры (частоту и амплитуду) установившихся автоколебаний: в данной статье давался приближенный метод нахождения переходного процесса их установления. В Известиях АН СССР (№1 за 1956 г.) была опубликована моя совместно с А.А. Первозванским и В.В. Семеновым статья «Электродинамическая модель гидравлической турбины и ее регулятора скорости», а в 1959 г. вышла монография под редакцией М.П. Костенко «Электродинамическое моделирование энергетических систем», в которой отдельной главой завершился цикл публикаций по малой модели.

Докторская степень. 1 конгресс ИФАК

В 1958 г. завершилась и эпопея с защитой. Возня «Кузнецовской камарильи» в ВАКе уже вызывала раздражение у М.П. Костенко, Б.Н. Петрова, В.А. Трапезникова и даже у А.Г. Иосифьяна, которому М.П. Костенко подробно рассказал о происходящем. К этому году уже накопились и внешние прямые и косвенные оценки книги: перевод ее в трех странах, рецензии в журналах «Контроль инжиниринг» (США) и «Регелунгстехник» (ФРГ), где отмечались полезное для учебного пособия равномерное освещение теории и практики, удачный подбор примеров из различных отраслей техники, хорошая интегрированность современных результатов теории сервомеханизмов. Вице-президент ИФАК профессор И. Бенеш в Пражском журнале «Автоматизация» охарактеризовал книгу как достаточно точную в научном плане, но экономно излагающую теорию автоматического регулирования и выразил мнение, что книгу можно назвать «классической» как по ее построению, так и фундаментальности. К этому М.П. Костенко добавлял, что после защиты я начал развивать новое прогрессивное направление и сделал об этом доклад на конференции в США. В конечном итоге, 5 июня 1958 г. Президиум ВАК принял решение о присуждении мне ученой степени доктора технических наук, а год спустя 29 июня 1959 г. мне было присвоено и звание профессора по специальности автоматика и телемеханика. Получив это звание, я перешел на работу по совместительству на кафедру автоматики и телемеханики в Ленинградский Политехнический институт и стал читать курс теории автоматического регулирования.

В эти же годы начались защиты кандидатских диссертаций моих учеников. В 1957 г. защитили диссертации аспиранты Г.Г. Арутюнян на тему «Аварийное регулирование гидротурбины, как мера повышения динамической устойчивости энерго-

систем» и А.А. Первозванский на тему «Некоторые вопросы динамики регулирования частоты в энергосистемах». Особенный интерес вызвала диссертация Анатолия Аркадьевича Первозванского, который был учеником А.И. Лурье, в основном занимался теоретической механикой, но очень вдумчиво и квалифицированно подошел к новой для него области. Он предложил оригинальное и эффективное математическое описание процессов регулирования частоты в многоагрегатных системах и провел интересное исследование. Но после защиты к данной тематике он больше не возвращался.

За оставшийся ленинградский период моей деятельности состоялись еще три защиты. В 1962 г. в порядке соискательства в ЛЭТИ защитил диссертацию Эмилий Федорович Степура на тему «Нелинейные и вычислительные устройства на магнитных усилителях для систем автоматического управления». В 1964 г. защитил кандидатскую диссертацию аспирант Геннадий Андреевич Дидук, пришедший к нам после окончания СЗПИ. В своей работе «Решение некоторых задач анализа и синтеза линейных стационарных систем корневыми методами с помощью ЭВМ» он развивал идею В.И. Зубова об исследованиях устойчивости, не прибегая к построению характеристического полинома, путем последовательного возвышения в степень системной матрицы. Дальнейшему развитию этого направления он практически посвятил всю свою последующую творческую деятельность. А в 1971 году, когда я уже был на Дальнем Востоке, с опозданием, наконец, защитился и наш изобретатель Борис Львович Ермилов. Диссертация называлась «Вопросы анализа и синтеза цифровых аналогов на одноканальных интеграторах». В 1971 г. защитил докторскую диссертацию М.Б. Игнатъев на тему «Метод избыточных переменных для контроля, диагностики и коррекции вычислительных процессов и технических устройств». В 1972 г. он возглавил кафедру вычислительной техники в Ленинградском институте авиационного приборостроения, которая стала известной научно-педагогической школой.

В 1960 г. вышла в свет наша коллективная монография «Цифровые аналоги для систем автоматического управления», подводившая итоги деятельности в этом направлении. Авторами ее были: я, А.Р. Гарбузов, Б.Л. Ермилов, М.Б. Игнатъев, Г.Г. Корнитенко, Г.Н. Соколов и проходивший у нас стажировку Ян Си Зен. Вернувшись в Китай, он перевел и издал эту книгу в Пекине.

Название «цифровые аналоги» сегодня звучит противоречиво. Сегодня под термином «аналоговые» подразумевается «непрерывные», т. е. противопоставляемые цифровым. Но тогда, хотя такое толкование слова «аналоговый» и началось, но узаконено не было, и мы хотели уточнить термин, вернуть ему смысл, обозначаемый словом «аналог». Под «аналогами» мы понимали моделирующие устройства, основанные на динамической аналогии процессов в модели и оригинале. Наши цифровые интерполяторы тоже использовали динамическую аналогию, реализованную с помощью интеграторов, но только цифровых, а не непрерывных. Однако наша терминология в практике не прижилась.

В последующие годы начался процесс усиления электромашинной тематики в институте и свертывания управленческих исследований. Этому способствовал переход сначала в Комитет, а затем и в Министерство электропромышленности. Одним из заместителей директора стал специалист по электрическим машинам Л.П. Гнедин. Он обладал административной напористостью, хотя как ученый был слаб, и М.П. Костенко не без труда помог ему утвердить защиту его докторской диссертации, которая вызывала гримасы у специалистов. Сам Костенко не оставлял мысли, направив институт на новую тематику, сохранить и широту его профиля, чтобы быть ведущим техническим центром в Ленинградском регионе, но Гнедин старался сделать тематику узкой, избавившись от того, что ему было непонятно. Шапка подгонялась по Сеньке. Сначала я при поддержке В.А. Трапезникова хотел бороться с этим сужением, но потом, когда увидел, что Обком партии тоже косо смотрит на автоматику, счи-

тая для Ленинграда машиностроение ведущим традиционным направлением, я решил ориентироваться на возвращение в Институт автоматики и телемеханики в Москву. Но это произошло через пять лет, а пока я прекратил поиск новых направлений для своего отдела, сам занялся изучением литературы по исследованию операций и установил более тесные контакты с институтом автоматики и телемеханики. Первое, на что я направил свои силы, было участие в подготовке 1-го конгресса ИФАК.

Конгресс состоялся в Москве в 1960 г. Этот год можно считать кульминацией в развитии теории автоматического управления в СССР. Мы занимали передовые позиции, а по некоторым направлениям играли лидирующую роль. К ним можно отнести теорию импульсных систем, работы по которой у нас возглавлял Я.З. Цыпкин. Его ведущая роль была признана и в зарубежных странах. В другом направлении – теории оптимального управления – фундамент также был заложен трудами наших ученых. Мировая научная общественность считала корифеями (может быть, не вполне справедливо, забывая о других ученых, работавших в этой области) – академика Л.С. Понтрягина, А.А. Фельдбаума и А.М. Летова.

После 1960 г. «мода» на динамическую теорию управления в СССР стала быстро ослабевать. Уже в 1964 г. на ученом совете ИАТ один из лидеров этого направления М.А. Айзерман заявил, что *«мы не под тем деревом копали»*. Началось переключение массы ученых на новые направления: сетевое планирование, исследование операций, оптимизационные методы программирования, потом начался бум с АСУ, затем кинулись на гибкие производства, на роботы и на информатику. Но здесь мы уже стали не лидерами, а догоняющими, причем, как в басне об Ахиллесе и черепахе, скорее уподобились черепахе, догоняющей Ахиллеса. Если измерять уровень не абсолютными, а относительными величинами, то для нас 1-й конгресс ИФАК был вершиной, с которой мы затем начали скользить вниз. На этом конгрессе прозвучали и такие доклады, в которых выступили новые лидеры. На нем было заявлено о рождении новой теории систем – математической теории, использующей метод пространства состояний, также прозвучали идеи управляемости и наблюдаемости (Заде, Калман). Родившиеся у нас идеи абсолютной устойчивости перешли от сложных теоретических изысканий к широкому шествию в практику с использованием критерия З.М. Попова (Румыния) и его теории гиперустойчивости.

Мне перед конгрессом поручили подготовить проект вступительной речи для члена правительств. Я был удовлетворен, когда А.Н. Косыгин, открывая конгресс, произнес этот текст почти без изменений.

На конгрессе о наших работах докладывал Г.Н. Соколов, и после доклада к нему подходили многие специалисты из разных стран, с которыми были установлены контакты на будущее.

После конгресса часть делегатов выразила желание посетить Ленинград, и я выехал немного раньше, чтобы приготовить их встречу. Они приезжали и группами, и порознь. Еще во время конгресса профессор Герберт Сторм, известный специалист по магнитным усилителям, захотел посетить пушной аукцион, и ученый секретарь ИАТ Олег Иванович Авен ездил с ним. Сторм купил себе шапку и еще что-то. Один из делегатов – профессор Отто Смит из Калифорнийского университета – застал меня врасплох. Он приехал со своим трейлером – фургоном, который превращался то в спальню, то в столовую, с семьей, и в Ленинград заявился со своим трейлером в субботу. Начал он с того, что стал разыскивать меня по телефону. Тогда еще сношения с иностранцами были опасными и канцелярия проявила осторожность, сказав ему, что попытается меня разыскать и просила позвонить через полчаса. Они позвонили мне домой – я собирался на дачу. *«Мы сказали, что вы, возможно, уже уехали на дачу, – сказали мне, – а он просил дать адрес дачи»*. Мы впятером снимали комнату на втором этаже переполненного дачниками дома в Рощино, сад тоже был переполнен детьми, кошка-

ми, курами, и даже свиньями, и приезд на такую дачу американского профессора мог бы составить сенсацию и веселый шум в американской прессе. Я просил сказать, что домашний телефон мой не отвечает, что я, видимо, на даче, но что адреса дачи они не знают. Выручил М.П. Костенко: он пригласил Смита на свою академическую дачу в Комарове. Смиты приехали, ребята их были голодны и моментально опустошили воскресные запасы, и М.П. Костенко пришлось срочно отряжать машину за пополнением кладовой. Потом Смит выступал в институте с интересной идеей гашения колебаний путем смещения точки равновесия. Он иллюстрировал эту идею, взяв в руки грузик на веревке. Раскачав его, он быстро подводил руку, держащую веревку к вертикали, проходящей через центр тяжести груза, когда он приближался к остановке в одном из крайних положений, и груз моментально останавливался – колебания прекращались без всяких затуханий.

Вторая интересная встреча была с профессором Бройдой и его женой. Он в полкоме ИФАК занял пост издателя и через два срока (в 1969 г.) намечался к избранию президентом ИФАК, и меня просили принять его особо. Он приехал отдельно от группы, и я разыскал его с женой за обедом в Европейской гостинице. Они ожидали заказанного обеда и закусывали: перед ними в серебряной вазочке стояла черная икра, в ведерке охлаждалась бутылка советского шампанского. Бройда пригласил меня присоединиться, но я поблагодарил, сказав, что уже обедал. *«Тогда один тост за встречу в таком замечательном городе»*, – сказал Бройда и наполнил бокалы. Мы выпили. Я сказал: *«До сих пор я встречал французов, приехавших к нам, которые отказывались от советских шампанского и коньяка»*. *«Это от недостатка информации»*, – ответил Бройда. Он рассказал: *«Известно, что первая лоза винограда для шампанского была привезена графом Шуваловым из Франции. Потом через несколько лет на всемирной выставке-дегустации было анонимно выставлено и русское шампанское. Оно получило первой приз, и, когда раскрыли конверт и увидели, что оно из России, был конфуз. Конечно, потом, особенно в последние годы, его качество сильно упало, поэтому и пошла плохая слава в мире. Но мало кто знает, что у вас есть сорт шампанского, который я ставлю на второе место после французского. Вот оно»*. Он протянул бутылку. Это было шампанское совхоза Новый Свет с черной этикеткой. *«Только не всякое шампанское оттуда имеет высшее качество, – продолжал он, – а лишь ручного разлива. Его примета – настоящая, а не пластмассовая пробка!»*

«Представьте себе, я не знал этого», – сказал я и затем спросил его о намерениях. *«Дворцы Петергофа и Царского села мы посмотрим с экскурсиями, а так мы были бы не прочь посмотреть просто пригороды Ленинграда»*. – *«Может быть, посмотрим курортную зону по северному берегу залива?»* – *«Судовольствием»*. И мы поехали на машине заведующего лабораторией Измаила Джанхотовича Урусова в Репино и Зеленогорск. Осмотрели место Репинской усадьбы. По пути к Зеленогорску Бройда увидел ларек с надписью «Квас»: *«О, я давно обещал жене дать попробовать русский квас!»*, – сказал он. Мы остановили машину, попререкались с продавцом, заставляя его тщательно промыть и протереть стаканы и поднесли квас супругам. Журналисты в таком случае пишут, что если иностранцы пробуют наши соленые огурцы, то едят их со смачным хрустом, закатывают глаза и говорят: «О!». А если пьют квас, то тоже затаивают дыхание, закатывают глаза и говорят: «О!». Но супруги Бройда не говорили «О!» Они медленно выпили, второй порции не попросили и похвалили, сказав, что вкус необычен и оригинален. *«Правда, что его делают из черного хлеба?»* – спросила она. Проезжая мимо соснового леса, она спросила: *«Бывают ли здесь шампиньоны?»* – *«Нет, они больше растут на лугах»*, – ответил я. *«Но вот же шампиньон!»* – воскликнула она, указывая на подберезовик. Тут только я вспомнил, что во французском языке шампиньон обозначает гриб вообще, а луговой шампиньон называется «шампиньон де куш».

Потом многие делегаты побывали в институте, я их водил по лабораториям, но самое сильное впечатление на них произвели конференц зал – бывший дубовый кабинет Великого князя, обшитый сафьяновой кожей, и библиотека – бывшая спальня, в которой до сих пор сохранилась обивка стен синим штофом...

1970 год – перед крутым поворотом

Начало года не было особо примечательным. Оно было занято текущими делами в институте в связи с празднованием 100-летия со дня рождения В.И. Ленина, двумя зарубежными поездками. Параллельно шла подготовка к новым выборам в Академию, избрание меня академиком и подготовка к переезду на Дальний Восток.

Еще в прошлом году Семену Исаковичу Бернштейну, одному из наиболее активных идеологических деятелей в партбюро было поручено написать для журнала «Автоматика и телемеханика» редакционную статью к Ленинскому юбилею. Он добросовестно выполнил поручение, но написанная им статья не понравилась. Она была выдержана в общепринятом для таких случаев тоне, была бы хороша (в сокращенном виде) для стенгазеты или для текста доклада на партсобрании, но для научного журнала такого ранга не подходила. Редакция обратилась ко мне с просьбой подправить и отредактировать статью. Прочитав ее, я сказал, что такая задача мне не по силам. Для меня проще написать новую статью. Но на это отводилась одна неделя. Я согласился и, забросив все остальное, засел за статью. Начал ее с того, что в годы подготовки к решающему штурму, в подполье, в шалаше в Разливе Владимир Ильич написал знаменитый научный труд «Государство и революция», в котором он, по существу, разработал основные принципы управления будущим пролетарским государством. И далее подробно проследил все его последующие работы, посвященные организации управления, его совершенствования, работы по научной организации труда и т.д. Статья называлась «Ленинские идеи в области управления и их развитие». Она сразу была принята редакцией и помещена как редакционная, открывающая апрельский номер журнала, без подписи. По этой статье я выступал потом с докладом на сессии ученого совета МИРЭА. Журнал «Автоматика и телемеханика» переводился в США. Хроника местных событий и статьи политического характера обычно при переводе опускались, но данная статья была переведена полностью.

Академик Борис Николаевич Петров спросил меня, смог ли бы я выступить с научным докладом на юбилейной научной сессии общего собрания отделения механики и процессов управления. Мне говорили, что одним из моих упущений на прошлых выборах было то, что я перед ними – перед членами отделения – не выступал, и они мало знали о моих работах. Поэтому я сразу же согласился. Доклад я решил посвятить изложению основных результатов, полученных в последние годы в лаборатории. И на сессии, состоявшейся 31 марта – 1 апреля 1970 г. я выступил с докладом, представленным совместно с А.И. Тейманом, «О некоторых задачах возникающих при принятии решений при управлении большими системами в условиях неопределенности». Доклад посвящался нашим работам над следующими мало освещенными задачами: 1) формирование функции цели для системы; 2) оценка времен выполнения операций в условиях неопределенности; 3) об одной методике экспертных оценок для получения оценок или в количественном отношении, или их ранжирование. Доклад был опубликован в трудах сессии, вышедших с грифом «для служебного пользования». Для зарубежных стран его можно было считать не публиковавшимся, поэтому, когда вице-президент ИФАК профессор Бенеш предложил мне представить доклад для первого цикла заседаний организованного им симпозиума под названием «ФОРМАТОР», я решил представить этот же доклад с небольшими доработками и на симпозиум. Состоялся симпозиум в Либлице, близ Праги, в доме научных работников Чехословацкой Академии наук. Вместе со мной на этот симпозиум от ИПУ ездил Георгий Михайлович Уланов.

В Либлице во время одного из разговоров, где было упомянуто имя В.В. Солодовникова, Георгий Михайлович сказал: *«Ведь скоро вам предстоит борьба с ним на выборах в Академию».*

Я удивился: никому еще в институте и в МИРЭА я не говорил о том, что начал подготовку к новым выборам. Потом сообразил: Георгий Михайлович и Борис Николаевич Петров были близки домами, и о моих намерениях Георгий Михайлович, конечно, мог узнать от Бориса Николаевича.

А дело было так. В предшествующие годы Президиум Академии Наук принял решение об организации на Дальнем Востоке научного центра. На базе существующих подразделений и академических институтов было решено создать ряд новых институтов. Дальневосточный научный центр (ДВНЦ) должен быть автономным, отделенным от Сибирского отделения академии, куда ранее входили дальневосточные научные подразделения. Туда выезжали представители Президиума, изучавшие на месте положение с академическими подразделениями и прошедшие переговоры с Хабаровским и Приморским краевыми комитетами КПСС. В прошлом году на одном из общих собраний Академии было высказано обращение с призывом ехать на Дальний Восток, но это обращение нашло слабый отклик. Тогда этим занялся сам президент М.В. Келдыш. Он добился выделения для Дальнего Востока дополнительных вакансий академиков и членов-корреспондентов АН СССР.

Как только об этом стало известно, ко мне друг за другом пришли член-корреспондент Михаил Александрович Гаврилов и Николай Александрович Бабаков и стали меня убеждать поехать на Дальний Восток директором нового института и выставить свою кандидатуру для избрания в члены академии. Я поговорил об этом с Ниной. Она всерьез этого не приняла, но сказала, что если я поеду туда, то поедет и она. Тогда я навел более подробные справки и узнал, что кандидатом на пост председателя Президиума ДВНЦ Президиум АН СССР выбрал кандидатуру профессора Андрея Петровича Капицы, декана географического факультета МГУ, сына академика Петра Леонидовича Капицы. Я встретился с ним и сообщил о своем намерении. Он выслушал, расспросил меня о некоторых деталях и сказал, что ему надо доложить об этом вице-президенту АН СССР Александру Павловичу Виноградову. Взяв мой телефон, он сказал, что после разговора с Виноградовым он мне позвонит. Я понял, что он хочет навести обо мне справки. Сказал он и о том, что уже ему предлагал свои услуги Владимир Викторович Солодовников.

Дня через три он позвонил мне и сказал, что А.П. Виноградов приглашает меня на встречу. Я приехал к назначенному времени. Приемная Виноградова была заполнена ожидающими. В их числе был и Владимир Викторович. Я сел рядом. Чувствовалось, что он не очень рад моему присутствию. Но он все же вступил в разговор, сказал, что уже встречался с Виноградовым и вел с ним разговор о том, что он готов поехать на Дальний Восток, если будет избран академиком. Вакансии еще не были точно расписаны, и Виноградов заметил, что поставит об этом вопрос перед президентом. Он спросил, был ли я у Виноградова. Я ответил отрицательно. Тогда он добавил, что будет говорить о том, чтобы выделили вакансию члена-корреспондента и для меня, и что он будет рад иметь меня своим заместителем. Я не успел ему ответить, его вызвали. Он прошел в кабинет и через некоторое время вышел оттуда покрасневший и раздосадованный. *«Они выделяют только одну единицу члена-корреспондента на этот институт, – сказал он. – Я на это, пожалуй, соглашаться не буду».* Тут вызвали меня.

В кабинете сидели Виноградов и Капица. Я коротко представился. А.П. Виноградов задал несколько вопросов о моей деятельности в качестве администратора. Потом спросил, не вызывает ли у меня опасение работа на такой далекой периферии. Я ответил, что работал в Балахне и в Ленинграде. *«Ну, Дальний Восток – это не Ленинград»*, – сказал он. А.П. Виноградов поинтересовался, говорил ли я с Трапезниковым и на что

я рассчитываю. *«Минус члена-корреспондента избраться академиком трудно»*, – сказал он. Я ответил, что сначала хотел узнать мнение руководства академии. Если моя кандидатура сразу будет признана не подходящей, то вести такой разговор со своим директором мне не хотелось бы. Случаи избрания сразу в академики бывали в особых обстоятельствах, и я полагал, что отъезд на Дальний Восток для создания там совершенно нового института можно считать особым обстоятельством. Я полагал также, что в организации работы неизбежны серьезные препятствия, преодолевать которые в звании академика будет гораздо проще. К тому же мне уже шестьдесят лет, и я считал, что в таком возрасте ехать в звании члена-корреспондента будет сложнее, меня воспримут, как не очень ценящегося в Академии. А задержка с выборами в члены-корреспонденты была вызвана тем, что несколько лет назад действовало негласное ограничение: не избирались лица старше 50 лет, и я как раз попал в эту полосу. В заключение А.П. Виноградов сказал, что должен поговорить об этом с президентом и посоветовал мне все же немедленно поговорить с Трапезниковым.

Вадим Александрович в это время был не только директором института, но и заместителем председателя ГКНТ. Когда я позвонил ему и попросил о встрече для разговора, он спросил – о чем. Услышав мой ответ В.А. Трапезников сказал, что такой разговор спокойнее всего будет провести в его кабинете в ГКНТ и назначил мне время.

Когда я пришел к нему, он начал разговор: *«Ну, Авенир, что вы там надумали? С кем вы говорили?»*. Он встал и начал ходить по кабинету, я ждал. Наконец, он сказал: *«Со мной на прошлой неделе об этом же говорил Солодовников и просил моей поддержки. Я ему обещал. Но тогда я не знал, что такое намерение появится и у вас. Конечно, я считаю вас более подходящим для такого дела, и поддержу вас»*.

Я не удивился, так как знал, что он хотел бы моего ухода из института. Правда, я не был уверен: не доходит ли его неприязнь до того, что он будет препятствовать моему продвижению и вне института. Оказалось, что так далеко дело не идет. Много лет спустя, когда я, проработав во Владивостоке 9 лет, вернулся в Москву во Всесоюзный институт научных исследований, Станислав Васильевич Емельянов рассказал мне, что после разговора со мной Трапезников приехал в институт, вызвал его и Линского и радостно сказал, что получается здорово: *«Авенир уйдет и при этом не поссорится с нами, а наоборот, будет нам признателен»*.

Потом у меня состоялся разговор с Борисом Николаевичем Петровым, который в ту пору был академиком-секретарем отделения. Вот тут я немного ошибся. Он всегда был расположен ко мне. Но оказалось, что к Солодовникову он был расположен больше. Он сам рекомендовал ему высказать желание ехать на Дальний Восток, сам сказал, что будет добиваться для него вакансии академика и теперь попал в такое положение, когда меня поддерживать он смог бы лишь в том случае, если бы при этом поехал, в первую очередь, Солодовников. Он предложил мне, если будет одна вакансия, – мою кандидатуру на эти выборы снять и повторить все на следующих выборах, где он примет все меры, чтобы провести меня. Если же ему удастся добиться сейчас вакансий академика и члена-корреспондента, то просил меня согласиться на члена-корреспондента и ехать вместе с Солодовниковым, чтобы ему помогать. А на следующих выборах он обещал помочь мне пройти в академики.

Я ответил: *«Борис Николаевич, если бы мне было не 60 лет, я, не раздумывая, принял бы ваш совет. Сейчас же это мне грозит тем, что с должности заместителя директора я перееду во Владивосток на ту же должность, при том же звании и, зная академические сложности, имею основание опасаться, что так там на этой должности и застряну»*.

На этом предварительные переговоры закончились. Теперь надо было ожидать публикации в газетах сообщения о предстоящих выборах и выделяемых вакансиях. Только после этого можно было собирать необходимые документы о поддержках.

В таком положении было дело, когда Уланов спросил меня о моих намерениях. Я ответил, что выразил такое желание, но, как будут проходить выборы, нельзя будет сказать до того, пока не будет известно о вакансиях. Так что – придется ли мне быть конкурентом Владимира Викторовича, я не знаю.

В ожидании дальнейших событий мы поехали отдыхать в Перхушково, где сняли дачу. Устроив своих – Нину, Гришу, Аню и Женю – я отправился в командировку в Италию, где в июле проводился в туринском международном центре МОТ семинар по применению ЭВМ в управлении промышленностью. Делегацию возглавлял заместитель председателя ГКНТ Джермен Михайлович Гвишиани, в составе делегации были Борис Захарович Мильнер, заместитель директора ЦЭМИ, фамилию которого я забыл, директор ЦНИИКА Стефани, Александр Яковлевич Лернер, я и еще двое членов, которых не помню. Я выступил на симпозиуме с докладом «Организация и программы подготовки специалистов по автоматизированным системам управления в высших учебных заведениях СССР». В докладе я рассказал о только что утвержденных МинВУЗом СССР учебных планах и программах по этой специальности.

...Теперь оставалось ждать выборов в Академию. Трапезников и Линский в эти месяцы развили энергичную деятельность по организации мне поддержки и голосов среди членов отделения. Они получили обещание поддержать меня у академиков П.Л. Кочинной, А.Ю. Ишлинского. О.И. Авен получил обещание поддержать меня у Н.Н. Красовского. Говорили и с академиком А.И. Бергом. Он отнесся очень хорошо, только сказал: *«Рискует Аvenir, ехать туда надо было лет двадцать тому назад»*. Энергичную работу проводил член-корреспондент АН СССР Владимир Семенович Пугачев. У него были в свое время размолвки с В.В. Солодовниковым, и он, в основном, агитировал против него. Он даже еще раз просмотрел его работы, отметил ряд ошибок в работе по статистической динамике и ряд заимствований у иностранных авторов без ссылок по другим разделам. И хотя я выразил опасение, что такие «доводы против» часто воспринимаются худо и лучше приводить «доводы за», В.С. Пугачев все же не отступил от этого, сказав, что вполне владеет чувством меры и не повредит мне.

На общем собрании отделения мы оба получили необходимое количество голосов, но у меня их было больше, и на общее собрание академии представлялся один я. Был и третий претендент на эту вакансию – Виктор Александрович Ильин, но он нужного числа голосов не набрал. Борис Николаевич Петров теперь сменил тактику. Обычно голосования проходят в два-три тура, и при этом иногда отделения получают дополнительные вакансии из образовавшегося резерва. Он спросил меня – соглашусь ли я взять во Владивосток Солодовникова своим заместителем, если он добудет для него вакансию члена-корреспондента – Солодовников теперь на это соглашался. Вопреки совету Трапезникова я возражать не стал. Я оказался невольным свидетелем, как Борис Николаевич пытался пройти с просьбой о вакансии к Келдышу. Он сказал это референту Келдыша в приемной. Та пошла доложить, но дверь кабинета за собой не закрыла. И вот я услышал раздраженный громкий голос Келдыша: *«Опять он со своим Солодовниковым? Скажите что вакансий нет»*. Я поспешил исчезнуть из приемной и не знаю, как референт сообщила Борису Николаевичу о реакции Келдыша.

Общее собрание Академии состоялось 26 ноября, за два дня до дня моего рождения. Я, конечно, на собрание не поехал и сидел дома у телефона. Перед началом собрания звонки были частыми – подбадривали, сообщали о дополнительных переговорах. Но потом звонки надолго стихли. И вот уже поздно вечером, около одиннадцати – первый звонок, кажется, от Павла Павловича Пархоменко с поздравлением. Потом звонок Трапезникова – он сообщил, что из ста восьмидесяти с чем-то присутствовавших я получил против семнадцать голосов. Остальные – за. *«Для академии это очень хорошо»*, – сказал он. А потом пошел целый поток звонков с поздравлениями. А со следующего дня к звонкам присоединились телеграммы.

Подготовка к переезду на Дальний Восток

В ИПУ на ученом совете Трапезников поздравил меня и тут же поставил вопрос о моем преемнике. Здесь он сказался в своем репертуаре. Подготовка велась втайне, и никто не знал, кого он объявит. Почти все ждали, что это будет Павел Павлович Пархоменко, с которым Трапезников часто советовался и высказывал ему всяческое расположение. И до сих пор помню, как, явно рассчитывая на театральный эффект, Вадим Александрович говорил, что сейчас в институте два основных научных направления: теоретическое и по элементам и устройствам автоматики. Теоретическое представляет С.В. Емельянов. Новый заместитель директора должен представлять элементное направление, обладать достаточным опытом работы в институте, иметь авторитет. Пока он нагнетал таким образом атмосферу, я смотрел на Павла Павловича, на его напряженное в ожидании лицо. *«И вот таким заместителем директора мы, посоветовавшись, решили предложить хорошо вам знакомого прекрасного организатора, ученого, имеющего крупные достижения... И после секундной паузы: Иверия Варламовича Прангишвили»*. Опять пауза, потом сдержанные аплодисменты. Павел Павлович даже побледнел, но овладел собой, досидел молча до конца и тихонько вышел.

Через пару дней ко мне на квартиру, когда меня не было дома, приходил Илья Давидович Кочубиевский, заведующий лабораторией кибернетики во Владивостоке, на базе которой предполагалось развернуть новый институт автоматики и процессов управления...

* * *

О ЕВГЕНИИ ПАВЛОВИЧЕ ПОПОВЕ

Выдающийся ученый в области механики, теории автоматического управления и робототехники, крупный организатор науки и талантливый педагог Евгений Павлович Попов родился 14 февраля 1914 г. в Москве

Основные даты жизни и деятельности Е.П. Попова представлены в табл. 1, где в сжатой форме показан жизненный путь Е.П. Попова от студента техникума точной индустрии до академика, от рядового солдата до генерала.

В 1934 г. Евгений Павлович поступил и в 1939 г. закончил МВТУ по специальности инженер-механик. Уже со второго курса он начал активно работать в студенческом научном обществе. В 1938 г. студент Евгений Попов опубликовал одну из своих работ в журнале «Прикладная математика и механика» АН СССР. После окончания МВТУ Евгений Павлович был приглашен в аспирантуру. Но в сентябре 1939 г. вышел указ о всеобщей воинской обязанности, и аспирант первого курса оказался в армии в качестве «рядового необученного».

Несмотря на суровость и сложность воинской службы, молодой солдат находил время и возможность заниматься творческой деятельностью. Так, в своих «Воспоминаниях» он пишет: *«С весны 1940 г. мы, солдаты, жили в палатках на опушке леса на территории аэродрома. Шла финская война, а у нас в Торжке было спокойно. Я урывал все кусочки времени, свободного от воинских занятий, чтобы сесть на пенек в лесочке и продолжать разработку исследований, начатых в студенческие годы в МВТУ. Каждый новый результат оформлял в виде статьи. Они публиковались в «Вестнике инженеров и техников» ..., а также в журнале «Прикладная математика и механика» Академии наук»*.*

В 1943 г. авиационная часть, в которой служил Е.П. Попов, дислоцировалась в районе столицы Марийской АССР Йошкар-Олы. В этот город тогда была эвакуирована Ленинградская военно-воздушная инженерная академия (ЛВВИА).

В своих «Воспоминаниях» Евгений Павлович отмечает: *«... среди больших лесов под Йошкар-Олой происходило формирование артиллерийских и пехотных частей для фронта. Оттуда и «вылавливались» в чине лейтенантов и старших лейтенантов доценты университетов и технических вузов. В их числе в чине рядового оказался профессор Сифоров Владимир Иванович. Ему в академии сразу дали воинское звание инженер-полковника и вскоре назначили заместителем начальника академии по учебной и научной работе»*. Впоследствии В.И. Сифоров стал членом-корреспондентом АН СССР (1953 г.), заместителем министра радиотехнической промышленности СССР (1954–1955 гг.), директором Института проблем передачи информации АН СССР.

Весной 1943 г. Евгений Павлович также оказался в ЛВВИА: он был приглашен на должность младшего преподавателя кафедры теоретической механики. Уже в ноябре 1943 г. он защитил в МВТУ кандидатскую диссертацию на тему «Теория деформации витых пружин с учетом явления посадки витков».

Осенью 1944 г. Военно-воздушная академия вернулась в Ленинград. Тогда же начинается ленинградский период жизни Е.П. Попова.

* Автобиографическая книга воспоминаний Е.П. Попова была опубликована в 1996 г. издательством МГТУ.

Таблица 1

Основные вехи жизнедеятельности Е.П. Попова

Событие	Год
Окончание техникума точной индустрии	1934
Работа на заводе «Гизприбор»	1923–1934
Учеба в МВТУ, инженер-механик	1934–1939
Служба в армии	1939–1943
Переход в ЛКВВИА в Йошкар-Оле и получение первого офицерского звания техника-лейтенанта	май 1943
Защита в МВТУ кандидатской диссертации «Динамика и прочность пружин»	ноябрь 1943
Утверждение в ученой степени кандидата технических наук	январь 1944
Защита в МВТУ докторской диссертации «Расчет гибких деталей приборов и машин (прикладная теория изгиба прямого и кривого бруса малой жесткости)»	1946
Утверждение в ученой степени доктора технических наук	ноябрь 1944
Получение ученого звания профессора	1948
Получение Сталинской (Государственной с 1954 года) премии за работы в области теории и расчета гибких упругих деталей	1949
Назначение начальником кафедры автоматике и телемеханики ЛВВИА	1949
Создание на базе кафедры Е.П. Попова кафедр «Основы автоматике», «Электронные вычислительные машины военного применения», «Инфракрасная техника и аэробоорудование», научно-исследовательской лаборатории «Автоматизированные системы управления войсками» и факультета «Автоматизированные системы управления»	1952–1968
Назначение на работу (по совместительству) на должность руководителя Секции беспилотных объектов в НТК ВВС	1954
Избрание в члены-корреспонденты АН СССР	1960
Изменение названия и содержания кафедры «Системы управления ракет и КА»	1960
Присвоение воинского звания «генерал-майор»	1961
Назначение на должность Председателя Секции прикладных проблем при Президиуме АН СССР и переезд в Москву	1964
Демобилизация из армии и переход на должность заведующего кафедрой прикладной математики в МВТУ	1971
Назначение заведующим кафедрой следящих систем (М-7) МВТУ	1971
Получение второй Государственной премии в коллективе авторов под руководством В.В. Солодовникова	1972
Открытие по инициативе Е.П. Попова специальности «Робототехнические системы» при головной роли кафедры М-7 МВТУ	1976
Создание научно-учебного центра «Робототехника» МВТУ и новой кафедры «Робототехнические системы»	1981
Переход в Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации РАН	1983
Получение третьей Государственной премии	1984
Избрание в действительные члены РАН	1992
Кончина Е.П. Попова	3.11.1999

В 1946 г. в возрасте 32 лет Е.П. Попов успешно защитил докторскую диссертацию «Расчет гибких деталей приборов и машин (прикладная теория плоского изгиба прямого и кривого бруса малой жесткости)».

Вторая половина 40-х – начало 50-х гг. были ознаменованы активным развитием теории и практики систем автоматического регулирования. Появилась острая необходимость в подготовке последователей, разработчиков и эксплуатационщиков по

соответствующим новым специальностям. В 1949 г. в ЛВВИА была создана одна из первых в системе высшего военного образования кафедра «Авиационная автоматика и телемеханика». Начальником этой кафедры был назначен Е.П. Попов. В связи с этим он писал: *«Передо мной поставили задачу в первую очередь создать хорошую основу кафедры и с учетом этого оценить все учебные дисциплины и программы обучения. Научной основой стала теория автоматического регулирования, которая тогда только зарождалась, и полноценных книг в этой области не было, а учебный курс вообще надо было создавать заново ...»*.

Единственный источник для изучения нового направления, как вспоминает Е.П. Попов, был журнал «Автоматика и телемеханика», созданный в 1936 г. Е.П. Попову удалось также достать отрывочные конспекты лекций А.А. Фельдбаума, которые читались на кафедре электротехники в Артиллерийской академии в Москве. Позднее он узнал, что подобные лекции читал на спецкурсах в МВТУ А.А. Воронов.

Е.П. Попов достаточно оперативно вошел в работу. Первым делом в Трудах ЛКВВИА в 1950 г. он опубликовал прекрасный объемный обзор «Работы отечественных ученых по созданию теории автоматического регулирования». Заметим, что эти труды, кроме обзора Е.П. Попова, содержали статью Я.З. Цыпкина «Устойчивость и автоколебания релейных систем автоматического регулирования», а ответственным редактором трудов был В.И. Сифоров. Статья Я.З. Цыпкина была написана по материалам доклада, прочитанного им в ЛКВВИА 3 февраля 1950 г. по приглашению Е.П. Попова.

В 1952–1953 гг. в ЛКВВИА вышла в двух частях первая книга Е.П. Попова «Теория автоматического регулирования». В 1954 г. в Гостехиздате (впоследствии Физматгиз) вышла широко известная «Динамика систем автоматического регулирования», ставшая настольной книгой нескольких поколений специалистов по автоматическому управлению. Эта книга сразу же вышла в переводе в Англии, Германии и США.

Наибольшую известность Е.П. Попов получил благодаря своим работам в области приближенных методов исследования нелинейных автоматических систем. Интересуясь точными методами исследования нелинейных колебаний, он пришел к выводу, что они, во-первых, слишком сложны, и, во-вторых, годятся в основном только для систем, описываемых уравнениями второго порядка. Поэтому он вполне естественно обратился к приближенным методам, в частности к методу Н.М. Крылова и Н.Н. Боголюбова. В результате Е.П. Попов пришел к идее метода гармонической линеаризации. Этот метод подробно изложен в книге Е.П. Попова и И.П. Пальтова «Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем».

С использованием метода гармонической линеаризации Е.П. Попов и его ученики провели ряд теоретических и прикладных исследований. В частности, выявили, что нелинейность привода рулей в присутствии вибрационных и случайных помех приводит к неустойчивости движения полета некоторых типов летательных аппаратов (самолетов-снарядов, ракет и т.д.). В результате в исследованиях школы Е.П. Попова было сформулировано понятие и создано соответствующее научное направление помехоустойчивости нелинейных систем. Была также создана теория нелинейных корректирующих устройств в автоматических системах. Ряд других разработок описан в книгах Е.П. Попова.

В Ленинграде в стенах ЛВВИА Е.П. Попов сформировался и проявил себя как выдающийся ученый и организатор науки в области теории автоматического управления. В период пребывания в нашем городе он был избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению механики и процессов управления, получил высокое воинское звание генерал-майора. Огромную роль он сыграл и в жизни Военной академии. На базе кафедры автоматики и телемеханики он организовал специальность по подготовке военных инженеров по системам управления летательными аппаратами. Это была одна из первых в стране специальностей такого профиля в системе подготовки военных инженеров.

В связи с усложнением систем управления летательных аппаратов и бортового спецоборудования в целом подготовка управленца в рамках одной кафедры стала затруднительной. Как следствие этого, по предложению Е.П. Попова, на базе его кафедры на факультете создаются первая в военных учебных заведениях страны кафедра электронных вычислительных машин военного применения, кафедра инфракрасной техники и аэрофотооборудования и отдельная кафедра основ автоматики. По существу и дальнейшее развитие академии уже после переезда Е.П. Попова в Москву шло в определенной мере по его сценарию. Это касается создания в 1960 г. научно-исследовательской лаборатории «Автоматизированные системы управления войсками» и в 1968 г. самостоятельного факультета автоматизированных систем управления.

Е.П. Попов глубоко понимал тесную связь научных исследований и подготовки квалифицированных военных инженеров. Именно поэтому он стремился окружить себя талантливыми людьми – научными фанатиками. Так, в то время численность адъюнктуры (аспирантуры) при кафедре Е.П. Попова была самой многочисленной в академии и достигала двух десятков человек.

Развивая теоретические и прикладные аспекты проблем управления летательными аппаратами, он понимал, что задача создания современных систем управления является комплексной, что ее решение требует привлечения интеллекта многих специалистов. Именно поэтому среди его учеников и соратников были специалисты по теории полета и аэродинамике – Пономарев В.М., по навигации – Захарин М.И., Щепкина В.М., по надежности систем управления – Половко А.М., по телеуправлению – Кочетков В.Т., по общей теории автоматического управления – Башкиров Д.А., Пальтов И.П., Бесекерский В.А., Федоров С.М., по математическим основам теории управления – Чернецкий В.И., по элементам автоматики – Лоскутов Г.М., по вычислительной технике – Безубов Ю.И., Еременко И.В. и др.

В жизни Е.П. Попов был чрезвычайно скромным человеком, никогда не повышал голоса, редко выходил из себя, но при решении серьезных вопросов отличался непреклонной принципиальностью. Его отличало умение доходчиво и просто объяснять сложные проблемы. Его лекции и научные доклады, не всегда внешне эффектные, отличались четкостью и ясностью изложения материала. Это было характерно и для книг и статей, которые выходили из-под его пера.

В 1964 г. Е.П. Попов возвращается в Москву. Он был переведен для продолжения военной службы в научно-технический комитет Генерального штаба вооруженных сил страны, и в этом же году он был назначен первым председателем новой структуры – «моста» между Министерством обороны и Академией наук – Секции прикладных проблем при Президиуме АН СССР. Основная задача секции – способствовать использованию последних достижений ученых в интересах обороны страны.

В 1971 г. Евгений Павлович Попов увольняется из вооруженных сил и переходит заведовать кафедрой в родное МВТУ. Там он «увлекается» робототехникой, участвует в открытии новой вузовской специальности «Робототехнические системы», создает научно-учебный центр «Робототехника МВТУ» и новую кафедру по робототехнике.

В 1992 г. Е.П. Попов избирается действительным членом РАН.

Евгений Павлович Попов является автором более 200 научных трудов. Основные из них представлены в табл. 2. Анализ публикаций Е.П. Попова позволяет выделить три крупных раздела трудов, связанных с тремя основными научными направлениями деятельности академика: механика, теория автоматического управления и робототехника. Заметим, что три государственных премии Е.П. Попова получены им соответственно за достижения именно в этих направлениях.

Анализируя жизненный творческий путь Е.П. Попова, можно прийти к выводу, что наиболее плодотворным в творческом отношении является 20-летний период его пребывания в Ленинграде (1944–1964 гг.). В эти годы он создал широко известную

научную школу в области нелинейных систем автоматического управления, куда входили специалисты Военно-воздушной инженерной академии и других вузов, НИИ и проектных организаций Ленинграда и ряда городов страны. Многие крупные инженеры, педагоги и исследователи считают его своим учителем и наставником.

Таблица 2

Основные научные труды Е.П. Попова

Наименование книг	Изд-во	Год	Объем, уч.-изд.л.	Соавтор
1. Теория и расчет гибких упругих деталей	ЛКВВИА	1947	22	
2. Нелинейные задачи статики тонких стержней	Гостехиздат	1948	11	
3. Курс теоретической механики (динамика)	ЛКВВИА	1948	25	Бутенин Н.В., Лазеев
4. Курс теоретической механики (статика и динамика)	ЛКВВИА	1950	25	Бутенин Н.В., Лазеев
5. Работы отечественных ученых по созданию теории автоматического регулирования	Труды ЛКВВИА, вып. 32	1950	Стр.3-37	
6. Теория автоматического регулирования, ч. I	ЛКВВИА	1952	36	
7. Теория автоматического регулирования, ч. II	ЛКВВИА	1953	21	
8. Динамика систем автоматического регулирования	Гостехиздат	1954	45	
9. Лекции по теории автоматического регулирования	ЛКВВИА	1957	24	
10. Автоматическое регулирование и управление	Физматгиз Наука	1956– 1966	19	5 изданий
11. Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем	Физматгиз	1960	45	Пальтов И.П.
12. Системы управления космических аппаратов	ЛКВВИА	1962	11	
13. Система управления ракеты	ЛКВВИА	1964	6	Ромейков А.
14. Теория систем автоматического регулирования (три издания)	Наука	1966– 1975	50	Бесекерский В.А.
15. Серия из 10 книг по нелинейным системам автоматического управления	Машино- строение	1970– 1991	по 22	(редактор и соавтор)
16. Прикладная теория процессов управления в нелинейных системах	Наука	1973	35	
17. Манипуляционные работы. Динамика и алгоритмы	Наука	1978	20	Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л.
18. Система управления манипуляционных роботов	Наука	1978	20	Медведев В.С., Лесков А.Г., Ющенко А.С.
19. Серия из 4 книг по проектированию следящих систем	Машино- строение	1978– 1984	по 16	(редактор)
20. Серия из 6 книг по курсу ТАУ	Наука	1978– 1984	по 16	(редактор и соавтор)
21. Роботы и человек	Наука	1983	15	Ющенко А.С.
22. Серия из 9 книг по робототехнике	Машино- строение	1984– 1989	по 20	(редактор и соавтор)
23. Теория расчета гибких упругих стержней	Наука	1986	20	
24. Робототехника и гибкие производственные системы	Наука	1987	12	
25. Основы робототехники	Высшая школа	1990	15	Письменный Г.В.
26. Серия из 8 сборников АН по научным проблемам робототехники	Академия наук	1980– 1990	по 10	(соредактор и соавтор)

Евгений Павлович Попов сыграл огромную роль и в моей научной судьбе. С 1952 по 1958 гг. я обучался на электротехническом факультете Военно-воздушной инженерной академии. Сегодня это Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского. Тогда на факультете подготовка военных инженеров осуществлялась по одной специальности – инженер-электрик по эксплуатации электроспецоборудования самолетов. Так как в рамках этой специальности много внимания уделялось изучению пилотажно-навигационных приборов, то выпускников часто называли, в том числе в войсках, прибористами. Если я не ошибаюсь, после второго года обучения на курсе сформировали две учебные группы, которые начали готовиться по новой специализации. Вначале эта специализация, ее направленность и содержание от нас тщательно скрывались, якобы по режимным соображениям. После мы узнали, что эти «элитные» группы специализируются по кафедре «Авиационная автоматика и телемеханика», которой тогда руководил полковник, доктор технических наук, профессор Е.П. Попов. В своей слушательской среде мы, естественно, несколько завидовали обучающимся по новому направлению и стали называть их в соответствии с профилем кафедры «автоматчиками».

После окончания обучения я в числе большого отряда выпускников был оставлен для прохождения службы в академии и назначен инженером лаборатории кафедры пилотажно-навигационных приборов. В научном плане я начал интересоваться задачами обеспечения точности и устойчивости параметрически возмущаемых систем, изучал возможности систем с нестандартной обратной связью и самонастраивающихся автоматических систем. В конце 50-х гг. годов исследования таких систем еще только начинались. Е.П. Попов поддержал мой научный интерес и пригласил меня с этой тематикой в аспирантуру на свою кафедру.

Моя кандидатская диссертация была связана с разработкой методов построения беспереходных самонастраивающихся систем управления с эталонной моделью. Область приложений была непосредственно связана с управлением самолетов и ракет, объектов, параметры которых изменяются в широком диапазоне. Е.П. Попов постоянно интересовался результатами моих исследований, помогал мне наладить творческие контакты со специалистами, занимающимися аналогичными вопросами в Москве, Киеве и других городах. По его рекомендации был подготовлен доклад на Второй конгресс ИФАК, который состоялся в Базеле, Швейцария, в 1963 г. Доклад Popov E.P., Loskutov G.M., Yusupov R.M. «Adaptive Control Systems without Trial input Signals» был принят. Естественно, что приехать в Швейцарию в то время мы не смогли. Наш доклад был зачитан по просьбе Е.П. Попова одним из членов советской делегации.

После окончания адъюнктуры в ноябре 1962 г. я был приглашен Е.П. Поповым на должность старшего научного сотрудника в научно-исследовательскую лабораторию по системам управления летательных аппаратов. После защиты кандидатской диссертации в сентябре 1963 г. я продолжал интересоваться влиянием изменений параметров управляемых объектов на их поведение. В результате анализа состояния этой проблемы я пришел к выводу, что наиболее общий подход к исследованию параметрически возмущенных процессов может дать теория чувствительности. Зачатки этой теории в конце 50-х – начале 60-х гг. прошлого века начали развиваться в работах югославских специалистов П. Кокотовича, М. Вукобратовича и др. Их методы и подходы в основном ограничивались линейными динамическими системами. Я попытался распространить аппарат теории чувствительности на более широкий класс систем – нелинейные разрывные системы. По этому вопросу я решил посоветоваться с Е.П. Поповым. Он поддержал мое стремление и порекомендовал мне по специфике нелинейных систем связаться с профессором из Ленинградского кораблестроительного института (сегодня Санкт-Петербургский Морской технический университет) Ефимом Натановичем Розенвассером, по докторской диссертации которого он недавно выступал официальным оппонентом.

Я оперативно последовал совету Е.П. Попова и познакомился с Е.Н. Розенвассером, одним из самых молодых и талантливых в те времена, но уже широко известным в СССР и за рубежом доктором наук в области теории автоматического управления. Е.П. Попов уже тогда высоко оценивал научную деятельность Е.Н. Розенвассера и его большой вклад в развитие теории устойчивости и теории периодических колебаний в нелинейных системах. Мы быстро поняли друг друга, нашли общий язык и, как мне представляется, это знакомство, сгенерированное Е.П. Поповым, оказалось чрезвычайно полезным для нас обоих и плодотворным для развития теории чувствительности в стране.

Обобщая научную, организаторскую и педагогическую деятельность Е.П. Попова хотелось бы выделить следующие четыре направления, на развитие которых он оказал серьезное влияние:

1. Развитие теории автоматического регулирования и управления в стране.
2. Разработка и внедрение в практику проектирования и создания широкого класса систем автоматического управления инженерных методов и методик.
3. Организация системы подготовки военных и гражданских инженеров и ученых в области автоматических систем управления и робототехники.
4. Развитие таких новых научно-технических направлений как автоматизация, робототехника и информатика.

Памяти академика Евгения Павловича Попова посвящена моя статья, опубликованная к его 90-летию, в первом номере журнала «Информационно-управляющие системы» за 2005 г.

* * *

АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ ВАВИЛОВ – УЧЕНый, ПЕДАГОГ, ОРГАНИЗАТОР НАУКИ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Александр Александрович Вавилов родился в 1922 г. в деревне Клюксово Рославльского района Смоленской области. Учился он в Быхове, небольшом городке в Белоруссии. Его отец – квалифицированный механик, а мать – учительница математики в средней школе. С детства он увлекался техникой и был радиолюбителем. В старших классах он собирал радиоприемники, начав с простого детекторного и закончив супергетеродином. В 1940 г. по окончании средней школы он приехал в Ленинград и поступил в Электротехнический институт на кафедру автоматики и телемеханики. Война прервала учёбу в институте, и он с первого до последнего дня находился в рядах действующей армии на Прибалтийском, Северо-Западном, 1-м и 2-м Белорусских и Ленинградском фронтах. Войну А.А. Вавилов закончил старшиной-радиостом, обслуживавшим боевую авиацию. Во время войны он неоднократно награждался боевыми наградами, среди которых орден «Красной Звезды» и медаль «За отвагу». После демобилизации из армии Александр Александрович вернулся в ЛЭТИ на студенческую скамью и продолжил учёбу. В студенческие годы его избрали секретарём партийной организации института, и он в течение трёх созывов возглавлял партком. После окончания института он был оставлен для научной работы в аспирантуре, где под руководством А.В. Фатеева и Б.И. Норневского участвовал в научно-исследовательских работах, подготовил и защитил кандидатскую диссертацию. Темой его работы была разработка систем автоматического регулирования с электромашиными усилителями с продольным магнитным полем – рототролами. Эти системы впоследствии были использованы на первом в мире атомном ледоколе «Ленин».

После окончания аспирантуры А.А. Вавилов работал ассистентом, а потом доцентом кафедры и руководителем лаборатории автоматического регулирования, которая располагалась в подвале первого корпуса ЛЭТИ, в двух небольших смежных комнатах общей площадью не более 20 квадратных метров. В одной из комнат рядом с окном на уровне тротуара стоял письменный стол Александра Александровича. В лаборатории было шесть лабораторных работ по системам автоматического регулирования скорости вращения электродвигателей и напряжения электрогенераторов, реализованных на электрических машинах постоянного и переменного тока, электромагнитных и электромашиных усилителях. А.А. Вавилов уже тогда считался на кафедре автоматики и телемеханики самым перспективным и талантливым учёным. Все мысли молодого учёного были направлены на распространение метода логарифмических частотных характеристик для исследования нелинейных систем и систем на несущей частоте. Поскольку рассчитать частотные характеристики для таких систем в то время было невозможно, большое внимание уделялось разработке аппаратуры для экспериментального определения частотных характеристик элементов и систем автоматического регулирования. Один из вариантов такой аппаратуры на вращающихся трансформаторах А.А. Вавилов предложил разрабатывать студентам четвёртого курса – мне и моему близкому другу Э.В. Сергееву, с которым я проработал вместе потом почти 50 лет.

У русских писателей-прозаиков было крылатое выражение: «*все мы вышли из го-голевской шинели*», которое я перефразировал: «*все мы вышли из вавилонского подвала*». Именно там, в лабораторном подвале, в 50-е гг. Александр Александрович, отдавая себя работе вместе со своими первыми учениками, не жалел ни здоровья, ни времени. Своим примером он пробудил в нас жгучий интерес к теории автоматического управления, которую мы, также как и он, полюбили и сделали делом своей жизни. Он воспитал в нас беззаветную преданность к нашей специальности, кафедре и институту. Все, кто тогда работал вместе с ним, заложили основу замечательного коллектива, который потом назывался «Группой регулирования». В 1957 г. лаборатория регулирования переехала в новое помещение – «Аудиторию 2А». Тогда эта «Аудитория 2А» располагалась на первом этаже первого корпуса, рядом с книжным киоском, на месте которого сейчас располагается буфет. Помещение этой аудитории сейчас занимает класс «Интернет». По сравнению с подвалом, отремонтированное помещение бывшей аудитории было настоящим дворцом. Александр Александрович радовался новому помещению больше всех, так как теперь появилась реальная возможность осуществить его главную мечту – создать современную учебно-исследовательскую лабораторию по системам автоматического управления. Своими силами вместе с А.А. Вавиловым перенесли из подвала всё имеющиеся там оборудование. Особенно тяжело было с электрическими машинами. Все, кто участвовал в переезде, убедились в незаурядных физических возможностях Александра Александровича. К началу нового учебного года лаборатория была обеспечена необходимым для проведения занятий оборудованием и в сентябре введена в учебный процесс. Одновременно началась кропотливая и важная работа по её модернизации, которая продолжалась на протяжении многих лет и была постоянной его заботой.

«Вавилон», так называли Александра Александровича его ученики, обычно приходил в лабораторию во второй половине дня. С утра он, как правило, работал дома и делал заготовки для разговоров с каждым из своих сотрудников. Эти заготовки представляли листы нелинованной бумаги, на которых крупным размашистым почерком были записаны уравнения или передаточные функции рассматриваемых систем. У А.А. Вавилова были любимые выражения в его беседах со своими учениками, и он их часто повторял. Они запомнились нам на всю жизнь. Вот некоторые из них: «*дрейф нам не страшен*», «*земля общая*», «*природу не обойдёшь*», «*чудес не бывает*». Все, кто работал тогда с ним, засиживались в лаборатории до позднего вечера, забывая даже поесть, а потом все вместе шли по улице профессора Попова до Кировского проспекта, где на углу долго не могли расстаться. Часто шли к нему в дом и продолжали обсуждать тот или иной вопрос до глубокой ночи. Его жена, Наталия Николаевна Созина, доцент кафедры электронных приборов всегда приветливо встречала пришедших словами: «*Мальчики проходите, не стойте в дверях*». Наталия Николаевна была талантливым учёным и педагогом. Она была любимой ученицей знаменитого учёного, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, лауреата Государственной премии профессора Бориса Павловича Козырева, а сама, в свою очередь, стала первым научным руководителем студента и дипломника Жореса Алфёрова, будущего лауреата Нобелевской премии.

В 1957 г. под руководством А.А. Вавилова проводились научные работы по разработке и созданию прибора для экспериментального определения частотных характеристик для НИИ 33 Министерства авиационной промышленности и для ОКБС станкостроения имени Я.М. Свердлова по разработке следящих систем копировально-фрезерных станков. Исполнителями первой работы были я и мой одноклассник Эдуард Сергеев. Выполняемая НИР стала темой наших дипломных проектов и первой работой кафедры по созданию аппаратуры для экспериментального исследования систем управления. В другой работе, которую вел А.А. Вавилов, главная задача

заклучалась в обеспечении необходимой точности и быстродействия взаимосвязанных следящих систем копировально-фрезерного станка. В этой работе участвовали студент А.А. Безвиконный и заочный аспирант А.А. Вавилова – старший инженер ОКБС Игорь Борисович Рубашкин. А.А. Вавилов в это время познакомился с работами М.В. Меерова по многосвязным системам, в которых автономность подсистем достигалась за счёт бесконечно большого коэффициента усиления, который физически невозможно реализовать в реальных системах. Александр Александрович искал другие пути обеспечения нормальной работы взаимосвязанных систем и очень наглядно демонстрировал нам условия связности и автономности с помощью логарифмических частотных характеристик. Позднее результаты этой работы были отражены в монографии А.А. Вавилов, М.Е. Верхолат, И.Б. Рубашкин «Силовые электромеханические следящие системы копировально-фрезерных станков» (1964).

В 60-е гг. продолжала бурно развиваться теория автоматического управления, которая формировалась на основе и на стыке разных дисциплин в самостоятельную прикладную математическую дисциплину об управлении в технических системах. Благодаря А.А. Вавилову, мы – его ученики оказались в центре событий этого процесса, и сами стали одними из его многочисленных участников. Сам Александр Александрович в эти годы формировался как учёный в области процессов управления. В круге его интересов были самые разнообразные вопросы. Он внимательно следил за достижениями других ученых в нашей стране и за рубежом, рассказывал ученикам об этом в беседах и на семинарах и приучил их постоянно читать отечественную и зарубежную литературу. Уже тогда мы знали о том, что крупнейшие научные школы в области автоматизации и управления сосредоточены в основном в двух странах – СССР и США. Этому явлению способствовало соперничество этих самых мощных стран в области атомной энергетики, освоении космоса и вооружения во времена холодной войны. В это время у Александра Александровича было два очных аспиранта: Михаил Петрович Гранстрем и Алексей Иванович Солодовников. Первый успешно работал над учётом высших гармоник в методе эквивалентной гармонической линеаризации, а второй разрабатывал электронный вариант аппаратуры для определения частотных характеристик. Работой А.И. Солодовникова заинтересовались в НИИ 49, в отделе, где нужно было определять частотные характеристики реальных гироскопических систем. Кафедра заключила хоздоговор с НИИ 49 на разработку комплекса аппаратуры для определения частотных характеристик элементов и систем автоматического управления.

В связи с широким применением в эти годы частотных методов для расчёта линейных и нелинейных систем регулирования весьма актуальной задачей являлась разработка и частотных методов экспериментального исследования систем, методов измерения и аппаратуры для определения частотных характеристик систем и их элементов. Работы по экспериментальному исследованию систем управления под руководством А.А. Вавилова проводились в трёх следующих направлениях:

- разработка методов экспериментального определения частотных характеристик элементов и систем;
- разработка теории, принципов построения и методов расчёта инфранизочастотных генераторов и анализаторов спектра;
- разработка быстродействующих регистрирующих устройств на базе автокомпенсаторов.

По каждому из этих направлений были получены авторские свидетельства на изобретения, разработаны и созданы конкретные приборы и написано большое число статей и докладов на конференциях. В 1961 г. защитил кандидатскую диссертацию по теории и практике экспериментального исследования систем автоматического управления А.И. Солодовников. В 1963 г. вышла в свет написанная А.А. Вавиловым и А.И. Солодовниковым первая отечественная монография на эту тему:

«Экспериментальное определение частотных характеристик автоматических систем». С этого времени разработка методов идентификации и моделирования систем автоматического регулирования становится одним из направлений в научной работе кафедры.

Важным событием на кафедре была подготовка к изданию рукописи первого отечественного задачника по теории автоматического регулирования, который написали А.А. Вавилов, В.И. Анисимов и А.В. Фатеев. Как это часто бывает, авторы затянули с подготовкой рукописи. До срока сдачи рукописи в издательство оставалось несколько дней, а рисунки и некоторые примеры ещё не были готовы. Несколько дней В.И. Анисимов, Э.В. Сергеев и я провели вместе на квартире у Александра Александровича за решением последних недостающих примеров и подготовкой рисунков для рукописи. В результате рукопись была подготовлена и вовремя сдана в издательство. В 1959 г. задачник вышел в свет в издательстве «Госэнергоиздат».

Весной 1961 г. Александр Александрович тяжело заболел, у него был обширный инфаркт. Почти два года он не читал лекций по теории автоматического управления, и мне было поручено заменять его. После переезда в новые помещения началась модернизация всех учебных лабораторий кафедры, связанная с переводом старых лабораторных работ на новую элементную базу. Эта работа началась в цикле регулирования ещё в предыдущем помещении и теперь продолжилась. Во время болезни Александр Александрович не прекращал постоянную связь со своими ближайшими коллегами и учениками. Его коллеги постоянно бывали у него дома и обсуждали с ним кафедральные и аспирантские дела. В это время я начал заниматься многоканальными системами и ежедневно проводил много времени в Библиотеке Академии наук за чтением и переводом на русский язык книги Э. Джури «Импульсные системы автоматического регулирования». Узнав из книги о дискретной коррекции импульсных систем с помощью импульсных RC-цепей, я подготовил статью о реализации типовых законов управления в многоканальных регуляторах на импульсных цепях. Статья очень понравилась А.А. Вавилову, и мы её опубликовали в журнале «Автоматика и телемеханика».

Позднее Александр Александрович увлёкся проблемами оптимального управления по быстродействию. Вместе с Ф.Ф. Котченко они выполняли хозяйственную работу с ГСКБ СКА по разработке следящей системы быстродействующего самопишущего автокомпенсатора. Необходимого быстродействия пытались достигнуть путём реализации оптимального процесса управления в его следящей системе. Часами проводили они время у осциллографа и рассматривали – есть переключение знака управления или нет, как это должно было быть в оптимальной системе. В конце концов, оптимальный процесс был реализован. Полную шкалу каретка с чернильницей пролетала за 0,12 секунды, что было в то время достижением на мировом уровне. В это время как раз вышли в свет первые работы А.Я. Лернера об оптимальных системах, и Ф.Ф. Котченко получил от него личный отзыв на автореферат своей кандидатской диссертации. Одновременно с этим, вместе с А.И. Солодовниковым А.А. Вавилов построил инфранизкочастотный генератор с мгновенной перестройкой частоты, в котором также была реализована оптимальная по быстродействию система. Приоритет этих обоих результатов был подтвержден авторскими свидетельствами. В 1963 г. началась научно-исследовательская работа с ГСК ТБ по автоматизации производства сопротивлений на основе кварцевой нити на одном из предприятий, впоследствии вошедшем в состав Ленинградского объединения «Позитрон». В результате этой работы спустя несколько лет А.А. Вавилов, В.Б. Яковлев и В.А. Терехов создали первый в мире общепромышленный многоканальный регулятор на базе многоотечного автоматического компенсатора. На эту разработку был получен ряд авторских свидетельств и зарубежных патентов. С этой работы на кафедре начались исследования и разработки в области нового научно-технического направления – теории и применения многоканальных систем и средств автоматического контроля и управления.

Важной проблемой, которая волновала специалистов по управлению в те годы, считалась разработка методов анализа периодических процессов в нелинейных системах управления. В эти годы популярными были приближённые частотные методы. А.А. Вавилов тоже работал над созданием частотных методов анализа и синтеза нелинейных систем автоматического управления. Он разработал методику синтеза нелинейных колебательных систем с заданным коэффициентом затухания и создал оригинальный метод исследования автоколебаний в нелинейных системах с помощью логарифмических частотных характеристик.

В 60-е гг. в СССР одним из актуальных направлений теории автоматического управления стала теория инвариантности. По инициативе академика Б.Н. Петрова, А.И. Кухтенко и А.Г. Ивахненко в Киеве регулярно проводились Всесоюзные конференции по теории инвариантности в управлении. Проблемами инвариантного управления начал заниматься вместе со своими учениками и А.А. Вавилов. Одной из актуальных проблем теории инвариантности была проблема количественной оценки свойств инвариантности. В качестве такой оценки А.А. Вавилов предложил использовать функции параметрической чувствительности. В результате были сформулированы общие условия инвариантности как к внешним воздействиям, так и к изменению параметров, послужившие основой для синтеза многоконтурных и многосвязных систем.

В 60-е гг. появились системы с переменной структурой, которые предложил Станислав Васильевич Емельянов, лидер коллектива ученых, разрабатывавших теорию этих систем в Институте проблем управления. А.А. Вавилов также занимался системами с переменной структурой в эти годы. Его интересовало использование для их расчета частотных методов. Под его руководством были подготовлены кандидатские диссертации О.И. Золотовым по синтезу систем с переменной структурой на основе метода гармонической линеаризации и Л.Ф. Герасимовым по синтезу этих систем по частотному критерию абсолютной устойчивости.

В 1966 г. внезапно умер ректор ЛЭТИ профессор Николай Петрович Богородицкий, возглавлявший институт с 1953 г. Н.П. Богородицкий был крупным ученым в области диэлектриков и полупроводников, заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, лауреатом Государственной премии, членом Ленинградского обкома партии. Среди ведущих кафедр было много известных, относительно молодых профессоров, докторов наук, таких как Ю.М. Казаринов, В.Б. Смоллов, А.В. Башарин. Каждый из них в своё время работал в парткоме и был достойной кандидатурой на пост ректора. Однако министерство и обком остановились на кандидатуре доцента кафедры автоматики и телемеханики, кандидата технических наук А.А. Вавилова. Для многих в институте всё это было непонятно и стало большой неожиданностью, но не для тех, кто знал хорошо Александра Александровича как человека и ученого.

До Октябрьской революции в России среди российской интеллигенции была определённая категория людей, полностью посвятивших свою жизнь науке, обучению и воспитанию учеников, развитию образования в стране. Эти люди не только на работе, но и в свободное от работы время занимались избранным делом вместе со своими учениками и коллегами. Их называли «подвижниками». Именно такими людьми были Александр Александрович Вавилов и его жена Наталья Николаевна Созина. Оба они были для всех нас реальным, не выдуманным примером высочайшей духовности, порядочности, доброты и бескорыстия. Их дом на углу Кировского проспекта и улицы Графтио был всегда открыт для всех, кого они знали. Здесь вместе с ними работали их ученики и коллеги часто до глубокой ночи, а иногда и до утра. Мы бывали у них запросто и по личным делам, отмечали человеческие, кафедральные, институтские знаменательные события и государственные праздники. Летом, когда они уезжали в отпуск, их квартира с уникальной домашней библиотекой попадала в распоряжение кому-либо из «вавилонских»

аспирантов. Для многих людей они были самыми близкими людьми, готовыми оказать необходимую помощь и поддержку в трудную минуту.

В 1966 г. летом я с женой и сыном отправился в путешествие по Прибалтике вместе с Александром Александровичем, Натальей Николаевной и их сыном Николаем на автомобиле. Было уже известно, что Александру Александровичу предложено стать ректором ЛЭТИ. Все уговаривали его принять это предложение, но он сомневался: соглашаться или нет. Будучи очень ответственным человеком, по своей природе, он считал, что ректором может быть только тот, кто по личным качествам, по крайней мере, не должен уступать предыдущему человеку на этом месте. Николая Петровича Богородицкого как учёного, организатора и человека А.А. Вавилов оценивал очень высоко. Сомневался он и в связи с состоянием своего здоровья, ведь совсем недавно он перенёс тяжёлый инфаркт. Мы проехали в течение двух недель на машине через Эстонию, Латвию, Литву и Восточную Пруссию до границы с Польшей, а потом остановились в Эстонии в Отепя, на живописном хуторе на берегу сказочного по красоте озера Пюхи Ярви. На хуторе мы прожили более месяца, часто выезжая в радиальные поездки в разные места Эстонии и Латвии. Александр Александрович постоянно сидел за рулём, много времени проводил на лодке за рыбалкой, ежедневно купался, принимал финскую сауну и чувствовал себя прекрасно. Он совсем забыл о своей болезни и начал опять курить, невзирая на наши стенания по этому поводу. Очень часто мы коптили пойманную рыбу на берегу озера в специально построенной для этого копильне. На копчёную рыбу и в сауну по вечерам приезжали гости – профессора и доценты ЛЭТИ, которые отдыхали поблизости. Все без исключения уговаривали Александра Александровича согласиться стать ректором института.

В 1967 г. А.А. Вавилов назначается ректором ЛЭТИ и в следующем году защищает докторскую диссертацию по совокупности опубликованных работ на тему «Разработка частотных методов исследования и расчёта нелинейных систем автоматического управления» и становится профессором. Им впервые сформулированы условия применения метода эквивалентной гармонической линеаризации, базирующиеся на оценке чувствительности периодического решения к высшим гармоникам и малым параметрам, что позволило развить новый подход к более полному исследованию процессов в нелинейных системах. До А.А. Вавилова такими условиями были физические условия фильтра и резонанса. Однако целые классы систем, например, релейные системы с запаздыванием давали точное решение, не удовлетворяя этим условиям. А.А. Вавилов впервые показал, что в методе гармонического баланса особенно важны фазовые соотношения. Проблема применимости метода гармонического баланса интересовала Александра Александровича ещё в начале 50-х гг. Он буквально каждый день не забывал о ней. Именно ей была посвящена кандидатская диссертация его первого аспиранта М.П. Гранстрема.

А.А. Вавилов был не только ученым-теоретиком, но и прекрасным инженером. Он тонко чувствовал физику явлений и процессов. Этому способствовали те знания, которые он получил, будучи студентом физического факультета Ленинградского университета, где он занимался четыре года параллельно с учебой в ЛЭТИ. Большое внимание он уделял исследованиям систем управления с учетом люфтов, вибраций, трения, гистерезиса. Им предложены схемы моделирования гистерезисных характеристик, которые вошли в энциклопедию по автоматике. Он автор большого числа изобретений. Существенные результаты получены А.А. Вавиловым в области разработки новых структур, алгоритмов управления и их реализации в автоматических системах. На основе этих работ под руководством А.А. Вавилова созданы системы управления движением, системы управления процессами современной технологии, регулирующие устройства общепромышленного назначения, внедренные в серийное производство и запатентованные за рубежом.

Защита диссертации ректора по положению ВАК не могла проводиться в своём институте, и поэтому она проходила в Учёном совете ЛИТМО. Официальными оппонентами были: член-корреспондент АН СССР Е.П. Попов, профессор В.А. Бесекерский и профессор Ю.А. Сабинин; ведущей организацией – Институт проблем управления. Александр Александрович сделал прекрасный доклад по своим работам и блестяще отвечал на все вопросы. Все оппоненты отмечали, что автор давно мог бы быть доктором наук по результатам даже одной трети проделанной им работы.

В 1968 г. А.А. Вавилов становится председателем научно-методического совета Министерства высшего образования СССР по специальности 0606, а меня он назначил учёным секретарём. До 1969 г. специальность 0606 – «Автоматика и телемеханика» не имела специализаций. В то же время в рамках одной специальности было очень трудно в типовом учебном плане, рассчитанном на пятилетнее обучение, совместить подготовку инженеров по элементам и устройствам автоматики и телемеханики с подготовкой инженеров по системам управления и обработке информации. Развитие теории управления, теории информации и теории автоматов, феноменальные достижения в электронике и электромагнитной технике, бурный рост вычислительной техники, появление управляющих машин и микропроцессоров, непрерывное обновление элементной базы в автоматике и телемеханике настоятельно требовали введения новых курсов. Из-за этого на заседаниях научно-методического совета между его членами постоянно возникали споры по поводу необходимых дисциплин специальности. В 1969 г. по инициативе А.А. Вавилова, был установлен перечень дисциплин, входящих в общую часть типового учебного плана специальности и определены дисциплины двух специализаций: «Элементы и устройства автоматики и телемеханики» и «Схемы и системы автоматики и телемеханики». При таком раскладе первая специализация готовила бы инженеров приборостроителей по техническим средствам в области автоматики и телемеханики, а вторая специализация уже тогда была бы ориентирована на подготовку инженеров – системотехников или системных аналитиков с более глубокой подготовкой в области математики, теории управления, теории информации и теории автоматов.

В 70-е гг. в стране широко развернулись работы по созданию автоматизированных систем управления (АСУ) всех уровней от отдельного предприятия до целых министерств. В Государственном комитете по науке и технике (ГКНТ СССР) было создано Управление по проблемам АСУ и ЭВМ. Организовалась новая специальность 0646 – «Автоматизированные системы управления», которая стала готовить инженеров по применению ЭВМ для построения автоматизированных систем управления производством и других организационно-технических или организационно-экономических объектов. Вместе с А.А. Вавиловым я ездил в Москву на первое заседание научно-методического совета по специальности, которое происходило в МВТУ под председательством профессора В.М. Четверикова. На этом заседании рассматривалось содержание типового учебного плана и паспорт специалиста инженера-системотехника по АСУ. На заседании присутствовали члены вновь созданной методической комиссии по специальности 0646, которые были в основном из специалистов по вычислительной технике и системам передачи и обработки информации. Они трактовали новую специальность как специальность по разработке математического и программного обеспечения больших информационно-вычислительных систем и недооценивали системный и управленческий аспект специальности. По предложению А.А. Вавилова в учебный план были введены дисциплины «Теория автоматического управления», «Моделирование систем», «Системный анализ и принятие решений», «Математические основы теории систем» и «Методы оптимизации».

Исключительно велика роль Александра Александровича в подготовке кадров высшей квалификации для вузов и научных учреждений страны. Под его руководством

защитили кандидатские и докторские диссертации ученые, многие из которых стали известными в стране специалистами в области автоматического управления, профессорами, заведующими кафедрами. Практически весь коллектив кафедры автоматике и процессов управления, многие преподаватели и сотрудники кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, выделившейся из кафедры АПУ в 1982 г., являются учениками А.А. Вавилова.

По-видимому, 70-е гг. были самыми яркими страницами в истории не только кафедры автоматике и телемеханики, но и высшего образования всей страны. В эти годы Правительством выделялись сравнительно большие средства на науку и образование. Причём значительная часть поступающих в вузы средств поступала на кафедры не через Министерство высшего образования, а по прямым хозяйственным договорам с предприятиями на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Одной из актуальных задач, поставленных А.А. Вавиловым перед выпускающими кафедрами, была организация на предприятиях базовых кафедр, а в институте – проблемных и отраслевых лабораторий для проведения совместных работ с промышленными предприятиями и организациями Академии наук. Конечно, кафедра ректора должна была быть примером в этом деле, а поэтому в самом конце 70-х – начале 80-х гг. при кафедре создаются две базовые кафедры и две отраслевые лаборатории: совместно с Минприбором (базовая организация ЛНПО «Лентеплоприбор» (1979); позже – с 1980 г. ЛНПО «Буревестник») и совместно с Минсвязи (базовая организация ЛНПО «Красная заря»). Каждое из этих объединений стало передавать на кафедру вычислительную технику и другое оборудование для обеспечения целевой подготовки кадров и проведения совместных работ.

В 1976 г. большим событием в жизни института и кафедры стало избрание Александра Александровича Вавилова членом-корреспондентом АН СССР по отделению механики и процессов управления. Победе на выборах предшествовала рутинная подготовительная работа лично кандидата и его ближайшего окружения. До этих выборов Вавилов дважды участвовал в выборах, но не набирал необходимого числа голосов из-за плохой подготовительной работы. Первый раз Александр Александрович выдвигался в Академию в 1969 г.; понимая, что рассчитывать на успех с первого раза несерьёзно, он делал это как заявку на следующие очередные выборы. Во второй раз к выборам в 1972 г. он отнесся уже более основательно и имел весьма реальные шансы на успех. Во второй тур Александр Александрович прошёл с большим числом голосов, но во втором туре уступил другим кандидатам.

В промежутке между вторыми и третьими выборами был осуществлен ряд необходимых шагов для достижения успеха на очередных выборах. Во-первых, А.А. Вавилов приглашал в институт многих членов отделения и знакомил их с историей ЛЭТИ, его кафедрами и научными работами, проводимыми в институте в это время. Во-вторых, он знакомил их со своей кафедрой и работами, которые проводились под его непосредственным научным руководством. Александр Александрович очень хорошо умел рассказывать о своих сотрудниках и учениках, каждому из них давал возможность выступить перед именитыми гостями с изложением постановки задачи и основных результатов. Как правило, после посещения института у визитёров создавалось очень благоприятное впечатление не только о самом Вавилове, но и об организации и людях, которыми он руководил. Все, кто побывал в институте, убеждались в солидности решаемых институтом проблем, а главное – видели в Вавилове не формального руководителя, а настоящего лидера, досконально разбирающегося во всех тонкостях задач, с которыми он знакомил их в институте. В-третьих, его соратники и ученики побывали в организациях, где работали руководителями некоторые члены отделения, и установили хорошие рабочие и человеческие контакты с их ближайшими сотрудниками. Важную поддержку А.А. Вавилову на выборах при обсуждении кандидатур оказали

академики Н.Н. Исанин, И.Ф. Образцов и А.А. Воронов. Первый в своем выступлении говорил от имени академиков и членов – корреспондентов Ленинграда, второй выступал как Министр высшего образования Российской Федерации, третий характеризовал результаты работ А.А. Вавилова в теории управления.

Ещё до того как стать руководителем нашего института, Александр Александрович в беседах со своими учениками говорил, что для развития и процветания вуза необходимо, помимо установления крепких связей с промышленностью и научными организациями Ленинграда, чтобы ректор был авторитетной фигурой в обкоме КПСС, Министерствах высшего образования РФ и СССР, Академии наук СССР. Это хорошо понимал его предшественник Николай Петрович Богородицкий, который был авторитетной фигурой в Министерстве высшего и среднего специального образования РСФСР и избирался членом Ленинградского обкома. Поэтому с самого начала своей деятельности как ректора А.А. Вавилов стремился установить хорошие связи и контакты с работниками этих организаций. В обкоме КПСС это были рядовые и руководящие партийные работники из отдела науки и образования, а в Академии наук – члены отделения механики и процессов управления, а также Уполномоченный Президиума АН СССР в Ленинграде. Важную роль в развитии и укреплении института сыграли неформальные человеческие взаимоотношения, которые сложились у А.А. Вавилова с работниками союзного и республиканского министерств образования, курировавшими нашу специальность. Это были не только министры, заместители министров, начальники управлений и отделов, но и рядовые сотрудники – кураторы нашего вуза по учебной и научной работе. Все они с большим уважением относились к Александру Александровичу Вавилову. С их глубоким пониманием и поддержкой его предложений и рекомендаций принимались своевременные необходимые решения в министерствах по профессиональной подготовке специалистов в нашей стране. Положительный опыт работы нашего института всегда поддерживался и по многим вопросам распространялся ими и на другие вузы страны. Мне, как его ближайшему ученику и соратнику, часто приходилось бывать во всех этих организациях вместе с ним и одному для выполнения тех или иных поручений. Везде А.А. Вавилова очень уважали и любили, и это распространялось и на меня. Естественно, я старался не ударить в грязь лицом и оправдать его доверие при выполнении всех поручений и заданий.

Благодаря своим неординарным способностям, выдающимся профессиональным достижениям в науке, заслугам в области образования и, в значительной степени, прекрасным человеческим качествам, Александр Александрович стал в 1976 г. членом-корреспондентом отделения механики и процессов управления Академии наук СССР, в 1977 г. – председателем Совета ректоров вузов Ленинграда, в 1978 г. – членом Президиума ВАК СССР, в 1979 году – членом Ленинградского обкома КПСС, а в 1980 году делегатом XX Съезда КПСС. Среди его наград, полученных за доблестный труд, – орден Ленина, орден Октябрьской революции, два ордена Трудового Красного знамени.

В 1979 г. в Президиуме АН СССР принимается Постановление об организации в Ленинграде Междуведомственного координационного совета АН СССР (МКС). Председателем МКС был назначен академик И.А. Глебов, а его первым заместителем – А.А. Вавилов. Учёным секретарём совета по предложению А.А. Вавилова назначили доцента кафедры корабельных систем управления ЛЭТИ Олега Викторовича Белого. Из представительского органа этот совет превратился в организацию, которая, действительно, стала заниматься координацией и формированием программ по актуальным направлениям фундаментальной и прикладной науки, техники и медицины, имеющим большое значение для Ленинграда. Естественно, что ЛЭТИ и кафедра автоматики и телемеханики принимали самое активное участие в разработке некоторых из них. Среди этих программ были научные программы по экологии и здравоохранению,

освоению Мирового океана, интеграции и автоматизации научных исследований, гибким производственным системам и другие. Структурными подразделениями совета были секции, которыми руководили самые видные и авторитетные учёные в данной области. По каждому направлению были определены базовые организации. В состав совета вошли представители ведущих научно-исследовательских организаций и высших учебных заведений города, работающие в области управления, вычислительной техники, информатики и автоматизации.

Александр Александрович был большим патриотом ленинградской науки и постоянно говорил о необходимости организации в Ленинграде Научного центра или Отделения Академии наук для более интенсивного развития научных исследований в нашем городе. Деятельность А.А. Вавилова как ректора способствовала развитию и укреплению института, выдвижению его в число самых передовых вузов страны. Под руководством Александра Александровича Вавилова ЛЭТИ стал ведущим вузом Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР, в котором апробируются новые формы учебной и научной работы. По его инициативе были определены главные направления научной деятельности института: техническая кибернетика, радиоэлектроника, физика твердого тела и микроэлектроника, электротехнология. На этой основе были сформулированы двенадцать крупных научных проблем, на решение которых ориентировалась деятельность ЛЭТИ. Среди них была и такая важная народнохозяйственная задача, как комплексная автоматизация производства на основе широкого использования средств вычислительной техники.

Александр Александрович Вавилов уделял огромное внимание вопросам подготовки будущих специалистов, предложенные им основные идеи новых учебных планов предусматривали подготовку инженеров широкого профиля, способных адаптироваться в условиях быстрого обновления научных знаний и производства. Это обеспечивалось усилением фундаментальной общенаучной подготовки по так называемым базовым общеинженерным дисциплинам. Были методически выделены курсы, формирующие главное содержание специальностей. Особое значение А.А. Вавилов придавал непрерывности подготовки инженера по соответствующим циклам дисциплин и широкому использованию при обучении средств вычислительной техники.

В 1980 г. по инициативе А.А. Вавилова впервые в истории ЛЭТИ на его базе состоялось выездное заседание Отделения механики и процессов управления АН СССР. В институт приехали во главе с вице-президентом АН СССР, руководителем отделения академиком Б.Н. Петровым, академики А.А. Воронов, Н.Н. Исанин, А.Ю. Ишлинский, Н.Н. Красовский, В.В. Новожилов, К.В. Фролов; члены-корреспонденты С.В. Емельянов, И.М. Макаров, Б.Н. Наумов, Я.З. Цыпкин. В институте хорошо подготовились к этому заседанию. Александр Александрович сделал прекрасный доклад об истории ЛЭТИ, фундаментальных и прикладных научных исследованиях, проводимых ранее и в текущий момент его сотрудниками. Всех поразило его глубокое понимание проблем, о которых он говорил, и абсолютно свободное владение материалом. Высокие гости посетили несколько выпускающих кафедр института, вычислительный центр и вновь создаваемый центр микроэлектроники в новом пятом корпусе. Особенно сильное впечатление на членов отделения произвело посещение кафедры автоматизации и телемеханики, которое возглавил сам Александр Александрович. Он очень эмоционально и содержательно рассказал о научных работах, проводимых в то время на кафедре, и работах, выполняемых под его непосредственным руководством, показал её учебные и научные лаборатории, дал возможность всем преподавателям и сотрудникам общаться с членами отделения, отвечать на их вопросы и рассказывать о своей деятельности. Культурная программа включала в себя посещение города Кронштадта и его военно-морской базы, которое было организовано профессором Андреем Васильевичем Мозгалевским и его сотрудниками. Кроме этого, были органи-

зованы экскурсии в Павловск, Пушкин и Петергоф, а также в Эрмитаж с посещением знаменитой золотой кладовой. В конце командировки каждый из участников выездного заседания получил в подарок альбом с фотографиями о его пребывании в институте, Кронштадте и Ленинграде. Фотографии были сделаны любителями-фотографами нашей кафедры и института.

В 1981 г. состоялись очередные выборы в Академию Наук СССР, на которых по рекомендации Министерства образования РСФСР, Ленинградского научного центра и Обкома КПСС ЛЭТИ выставил кандидатуру ректора члена-корреспондента АН СССР А.А. Вавилова в академики по специальности «Процессы управления». Александр Александрович знал, что параллельно с ним Ленинград отстаивает ещё одну очень сильную кандидатуру в действительные члены – генерального конструктора атомных подводных лодок Сергея Никитича Ковалёва из ОКБ «Рубин». В результате был избран С.Н. Ковалёв. После выборов многие из академиков в кулуарах говорили, что Александр Александрович будет избран в следующий раз.

Одно из замечательных качеств Александра Александровича Вавилова было его умение выбирать себе в помощники способных и надежных людей, на которых он опирался в своей многогранной деятельности. Этим людям он полностью доверял и поэтому давал большие полномочия. Его ближайшими помощниками как ректора, безусловно, были его проректоры: по учебной работе – Владимир Иванович Тимохин, по научной работе – Юрий Михайлович Таиров. Обоих он выбрал сам из многих возможных кандидатур и не ошибся. В этом убедились и почти все сотрудники института, которые работали в эти годы. Третьим проректором – по заочному и вечернему образованию был Анатолий Николаевич Иванов, который успешно работал в этой должности еще при Н.П. Богородицком. Четвёртым проректором – по международным связям и работе с иностранцами был Олег Васильевич Алексеев. Он появился только при А.А. Вавилове и по его рекомендации. Проректором по хозяйственной работе вначале был отставной генерал Валерьян Митрофанович Добрянский. Позднее на эту должность А.А. Вавилов назначил полковника в отставке Валентина Васильевича Калинина – бывшего заместителя начальника академии имени А.Ф. Можайского. В связи с проектированием и строительством нового пятого корпуса института в 70-е гг. в ЛЭТИ появилась должность проректора по капитальному строительству. Им по рекомендации В.В. Калинина стал Анатолий Фёдорович Москаленко. В должности главного бухгалтера института при А.А. Вавилове начала и продолжала в течение многих лет свою работу на благо института Елена Николаевна Юсупова. Все эти люди, в результате совместной работы хорошо узнавшие и полюбившие Александра Александровича за необыкновенные качества человека и руководителя, и составили великолепную, необычно сильную и сплочённую команду, которая вывела ЛЭТИ в число ведущих вузов нашей страны.

А.А. Вавилов был человеком огромного масштаба, очень сильной и значительной личностью. Он обладал необыкновенным магнетизмом, которым притягивал к себе людей. В годы его руководства в ЛЭТИ пришли работать многие выдающиеся ученые и специалисты Ленинграда, среди них профессора: Ж.И. Алфёров, В.М. Ахутин, С.А. Дробов, С.И. Бычков, Д.П. Лукьянов, М.Н. Катханов, А.И. Губинский, В.И. Смирнов, Е.Г. Пашенко.

Особенной чертой в характере А.А. Вавилова была любознательность учёного. Будучи секретарём парткома и учёным секретарём Учёного совета он постоянно интересовался содержанием научной деятельности не только заведующих кафедрами и профессоров, но и всех выдающихся преподавателей и сотрудников. Когда он стал ректором, он пригласил таких людей к себе и подолгу беседовал с ними, стараясь понять постановки задач и основные результаты их исследований. Александр Александрович был очень контактным человеком и у него были хорошие товарищи и соратники на всех

факультетах и многих кафедрах. Через них он сверял свои впечатления о том или ином человеке с мнением других людей, поэтому у него была полная осведомлённость о том, какой авторитет они имеют среди своих коллег по работе.

Важную роль в создании благоприятного климата в деловых и человеческих отношениях между людьми на факультетах, способствующего организации плодотворной и эффективной учебной и научной деятельности всего института, А.А. Вавилов всегда отводил личностям деканов факультетов. При нём в должности деканов работали либо признанные всеми авторитетные учёные, такие как профессор Серафим Алексеевич Дробов, либо талантливые восходящие молодые ученые, его единомышленники и соратники. Именно он при выборе кандидатуры декана на ФЭТ настоял на том, чтобы деканом факультета стал тогда ещё совсем молодой доцент Юрий Александрович Быстров, который потом проработал в этой должности почти 30 лет. По предложению А.А. Вавилова деканом факультета автоматики и вычислительной техники стал и многие годы работал его друг, замечательный человек и выдающийся ученый и педагог, профессор Владимир Иванович Анисимов.

Большое внимание А.А. Вавилов уделял развитию и применению вычислительной техники в институте. Его постоянной заботой было обеспечение вычислительного центра института и кафедр новыми вычислительными машинами серии ЕС и СМ, выпускаемыми нашей промышленностью. Благодаря вниманию и постоянной поддержке со стороны А.А. Вавилова, в числе первых вузовских коллективов вычислительный центр ЛЭТИ получал самые современные ЭВМ и под руководством Евгения Константиновича Александрова приступил к созданию систем коллективного пользования и автоматизированных информационных систем. В институте была введена в эксплуатацию система «Учебный процесс». По рекомендации Министерства образования Российской Федерации эта система получила практическое применение во многих вузах. В 80-е гг. продолжалось развитие теории автоматического управления. Во многих публикациях она всё чаще называется просто «теорией управления». Этому способствовало расширение функций и задач управления и распространение её методов на исследование процессов управления не только в технических, но и в организационных, экономических, биологических и информационных системах. В 70-е и 80-е гг. стала формироваться общая теория систем, терминология, многие понятия и положения которой были заимствованы из теории автоматического управления.

В последние годы жизни А.А. Вавилов активно работал над проблемами общей теории систем и сложных систем управления. С 60-х гг. его интересовали структурные аспекты теории управления, в частности зависимость фундаментальных свойств устойчивости, инвариантности и чувствительности от структурных особенностей систем управления. В результате при описании моделей систем со сложной структурой было отдано предпочтение формам представления моделей в виде сигнальных графов. Далее было установлено, что определители сигнальных графов отражают совокупную роль контуров системы в перемещении корней характеристического полинома, то есть в формировании собственных движений систем. Определители линейно зависят от передаточных функций дуг, поэтому функции чувствительности не содержат операторов дуг, следовательно, могут служить оценкой потенциальной эффективности структур. Это было положено в основу топологического синтеза систем. Рассмотрение структурных проблем привело А.А. Вавилова к выдвижению идеи эволюционного синтеза. Им были сформулированы общие принципы системного подхода к построению моделей, анализу и синтезу систем управления.

В октябре 1983 г. при выходе из своего кабинета Александр Александрович Вавилов внезапно скончался от разрыва сердца на руках подхвативших его проректора по международным связям профессора Олега Васильевича Алексея и заместителя министра высшего образования РСФСР А.А. Петрова, вместе с которыми он направ-

лялся на банкет в Дом Учёных по поводу моего 50-летия. Участникам торжества не стали сообщать об этом, чтобы не омрачать праздник. Поздно ночью почти все участники банкета – ближайший круг его учеников – собрались на квартире Александра Александровича на Большой Пушкинской улице. Началась подготовка к похоронам дорогого всем нам учителя и друга.

После смерти А.А. Вавилова кафедре автоматики и процессов управления возглавил я. Моими ближайшими помощниками остались мои коллеги и друзья доценты Н.Н. Кузьмин и Е.Ф. Волков. Главная задача, которую мы должны были выполнить – это сохранение замечательного коллектива преподавателей и сотрудников кафедры, её ведущие позиции внутри института и в стране по всем направлениям педагогической и научной деятельности. Таких направлений было много, потому что мой предшественник был не только крупным учёным и руководителем, но и выдающимся организатором и общественным деятелем. Он был председателем научно-методического совета Минвуза СССР по специальности 21.01.00 – «Автоматика и телемеханика», а поэтому наша кафедра была головной по этой специальности. Кроме этого, он был членом Президиума ВАК СССР, председателем Ленинградской территориальной группы НКАУ СССР, первым заместителем главы МКС АН СССР в Ленинграде академика И.А. Глебова и председателем Научного совета по автоматизации исследований и управления при МКС АН СССР.

При кафедре АПУ был и Головной совет Минвуза РСФСР по системам управления и средствам автоматики, специализированные советы по защитах докторских и кандидатских диссертаций по специальностям: 05.13.01 – «Техническая кибернетика»; 05.13.02 – «Теория автоматического регулирования и управления»; 05.13.07-«Автоматизированные системы управления технологическими процессами и производствами», председателями которых были – в докторском я, а в кандидатском – Б.Я. Советов.

В январе 1984 г. на базе ЛЭТИ проводился очередной семинар – совещание для повышения квалификации заведующих кафедрами по специальностям в области автоматики, вычислительной техники и информатики. В рамках этого совещания собрался в Ленинграде и НМС по специальности 0606, на заседании которого по предложению Ю.А. Сабина и Г.К. Круга было принято решение рекомендовать на должность председателя совета меня. После этого в 1984 г. приказом Минвуза СССР я был назначен председателем НМС. В дни семинара были организованы первые «Вавиловские чтения». На этих чтениях новый ректор ЛЭТИ профессор Олег Васильевич Алексеев выступил с докладом об организационной, методической, педагогической и общественной деятельности Александра Александровича. Я сделал доклад на тему «Вклад члена-корреспондента АН СССР А.А. Вавилова в развитие современной теории управления». В организации и проведении чтений активно участвовал член-корреспондент АН СССР Николай Степанович Соломенко, впоследствии академик. Он также выступил с докладом о работе А.А. Вавилова в отделении механики и процессов управления АН СССР. После смерти Александра Александровича Н.С. Соломенко стал первым заместителем председателя МКС АН СССР в Ленинграде и председателем научного совета по автоматизации исследований и управления при МКС. Учёным секретарём совета остался доцент ЛЭТИ О.В. Белый.

Николай Степанович хорошо знал Александра Александровича и относился к нему с большой симпатией и уважением. Его сын Сергей Николаевич Соломенко – известный журналист – к 60-летию А.А. Вавилова написал о нём очень хорошую статью «Ректор» в газете «Ленинградская правда». Доброжелательное отношение Н.С. Соломенко к кафедре автоматики и процессов управления ЛЭТИ сохранилось, и он предложил мне остаться заместителем председателя научного совета по автоматизации исследований и управления при МКС АН СССР. В этом же году я был избран

председателем Ленинградской территориальной группы НКАУ СССР. Остался при кафедре Головной совет по автоматике и системам управления, председателем которого был я и при жизни А.А. Вавилова.

Первые годы после смерти Александра Александровича не было дня, чтобы мы не вспоминали о нём. В самых разных ситуациях мы задавали себе вопрос: «А как бы поступил Александр Александрович в этом случае?». Поэтому для тех, кто близко его знал, отсутствие его казалось особенно ощутимо. Оно как бы образовало пустоту в фактуре нашей жизни, которую мы долго не могли заполнить и преодолеть. На кафедре Александр Александрович появлялся не чаще, чем раз в месяц, но он был в курсе всех кафедральных дел, потому что систематически встречался со мною в ректорском кабинете, куда я имел свободный доступ в любое время. Кроме этого, А.А. Вавилов почти ежедневно встречался со своими учениками и коллегами у себя дома, где он, освободившись от текущих ректорских дел, занимался своим любимым делом – научной работой.

Выдающийся учёный в области автоматике и процессов управления А.А. Вавилов имел свыше 200 печатных работ, в том числе 18 монографий и учебных пособий. Им подготовлено в общей сложности более 60 докторов и кандидатов наук. Его непосредственные учителя – заслуженные деятели науки и техники, профессора А.В. Фатеев и Б.И. Норневский. Своим учителем он считал также и академика Е.П. Попова, работы которого по частотным методам расчёта нелинейных систем оказали на него большое влияние. От своих учителей он воспринял не только необходимые профессиональные навыки будущего учёного исследователя, но и прекрасные человеческие качества, которыми обладали они. Это, прежде всего, глубочайшая порядочность и доброжелательность в отношении к людям.

* * *

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ЗУБОВ

Выдающийся русский ученый Zubov Владимир Иванович в течение 32 лет возглавлял кафедру теории управления Санкт-Петербургского государственного университета. Он был избран по конкурсу 25 декабря 1967 г., с 1 января 1968 г. вступил в должность заведующего кафедрой и оставался в этой должности до конца своей жизни, последовавшего 28 октября 2000 г.

Умер Владимир Иванович в свой юбилейный год – 14 апреля 2000 г. ему исполнилось 70 лет. Многочисленные поздравления, в том числе от академии наук, губернатора города, президента страны, а также многочисленные выступления на чествовании юбиляра оставили значительный материал для составления биографии этого выдающегося человека. Частично это сделано в прилагаемой ниже биографической статье о Владимире Ивановиче.

В соответствии с сохранившимися документами В.И. Zubov родился в городе Кашире Московской области. Возможно, что на самом деле он родился в Москве на Тверском бульваре, дом 8. Все дело в том, что происходит он из семьи купцов 1-ой гильдии, которая была лишена прав и состояния в 1917 г. Мать и отец Владимира Ивановича в течение трех десятков лет несправедливо проживали в нежилых помещениях. В течение двадцати лет они вообще были лишены гражданских прав. Детство и отрочество Владимира Ивановича прошли в Москве и Кашире, заканчивались же в Ленинграде.

В возрасте 14 лет с Владимиром Ивановичем случился несчастный случай. В результате взрыва гранаты, которых оставалось много со времен недавно отгремевших битв под Москвой, Владимир Иванович повредил себе глаза. Долго лечился, но спасти зрение не удалось. В итоге он оказался в Ленинградской спецшколе для слепых и слабовидящих.

В год окончания ленинградской спецшколы, в апреле 1949 г., он становится победителем 15-ой Ленинградской городской математической олимпиады школьников и в том же году подает документы для поступления на математико-механический факультет Ленинградского государственного университета имени А.А. Жданова. В приеме документов ему было отказано. Только после личной поездки в Москву на прием к Министру и разрешения Министра, документы были приняты, и Владимир Иванович, сдав восемь экзаменов по общему конкурсу, поступил на первый курс университета. Здесь он увлекся семинаром тогда еще члена-корреспондента АН СССР, профессора Александра Даниловича Александрова. Со второго курса студент Zubov включился в работу семинара по устойчивости движения и качественной теории дифференциальных уравнений под руководством Николая Павловича Еругина. Здесь он выбрал свое научное направление и получил первые научные результаты.

Студенческая жизнь Владимира Ивановича имела некоторые особенности. Ему рано стали давать на рецензию анонимные работы, на которые он писал содержательные отзывы с припиской – *«Все правильно, как у Ляпунова»*. Позже, лет через

десять, Владимир Иванович узнал, что это были статьи сидевшего в тюрьме, впоследствии видного ученого, Богданова Юрия Станиславовича. Тогдашний политический климат требовал осторожности и дипломатичности от старших коллег и учителей Владимира Ивановича – Н.П. Еругина и доцента В.П. Басова, и они поручали это рискованное дело молодому Зубову. В итоге эта деятельность В.И. Зубова привела к тому, что Ю.С. Богданов был освобожден. (У Богданова тоже были особенности в биографии: он хоть и воевал с немцами, но в рядах западных союзников, за что и пострадал.) Этот эпизод характерен для биографии Владимира Ивановича, познавшего и недоброжелательность завистников, и христианское сострадание, и помощь простых людей. Это сделало его отзывчивым к чужой боли и благодарным за участие к своей. С особой теплотой Владимир Иванович всегда вспоминает своих учителей, сыгравших большую роль в его судьбе.

Кроме работ Богданова, Владимир Иванович получал и другие рукописи для изучения. Как позже оказалось, это были работы американских ученых, написанные по заказу Пентагона для военной авиации. Уже в более поздние времена при личной встрече с американским математиком Генри Антосиевичем, Владимир Иванович сказал ему, чтознакомился с его работами еще студентом. Пояснил ситуацию удивленному Антосиевичу присутствовавший при этом Николай Николаевич Красовский, который заметил, что Зубов тоже работает по спецтематике в той же области, что и Антосиевич. Этот эпизод также характерен для биографии Владимира Ивановича – он со студенческих лет в течение многих десятилетий вел работы по оборонной тематике.

Владимир Иванович окончил университет, получив диплом с отличием, на год раньше срока. Поскольку с 1952 г. он был членом КПСС, то дальнейшая его судьба в значительной степени зависела от парткома университета, который рекомендовал В.И. Зубова в аспирантуру по философии. Владимир Иванович в заявлении в партком писал, что его обучение в аспирантуре на философском отделении будет более содержательным, если он в течение полугода завершит математическую кандидатскую диссертацию «Границы области асимптотической устойчивости». К счастью для многочисленных претендентов на философскую вакансию, партком согласился. Работа была подана в указанный срок, но научный руководитель Николай Павлович Еругин сказал, что эта диссертация должна быть защищена так, чтобы о ней узнал весь научный мир. Защита состоялась в ноябре 1955 г. Оппонентами были известные ученые Е.А. Барбашин и Н.Н. Красовский. Буквально сразу после защиты приказами ректора А.Д. Александрова по университету и директора НИИММ академика В.И. Смирнова Владимир Иванович, уже как кандидат физико-математических наук, был зачислен в НИИММ в качестве и.о. старшего научного сотрудника с последующим избранием по конкурсу. Тогда ученая степень присуждалась сразу решением совета, на котором проходила защита.

Через полгода после защиты кандидатской диссертации Владимир Иванович принес директору рукопись по устойчивости инвариантных множеств динамических систем. Перелистав рукопись, академик В.И. Смирнов сказал: *«Давайте издадим ее в виде книги и будем по ней защищать докторскую диссертацию»*. Так, в 1957 году в издательстве ЛГУ появилась монография В.И. Зубова «Методы Ляпунова и их применение». Она была посвящена 100-летию А.М. Ляпунова и открывалась портретом этого выдающегося ученого и предисловием академика В.И. Смирнова. После выхода в свет этой монографии к Владимиру Ивановичу стали обращаться с вопросами инженеры, конструкторы и руководство различных КБ, с которыми В.И. Зубов плодотворно сотрудничал в последующие годы.

Докторскую диссертацию Владимир Иванович защищал в апреле 1960 г. в Ленинградском политехническом институте по названной монографии. К этому времени В.И. Зубов выпустил в свет еще одну книгу – «Математические методы исследова-

ния систем автоматического регулирования», явившуюся результатом его сотрудничества с инженерами. Следует сказать, что, оставаясь в университете, он уже являлся штатным заместителем Генерального конструктора Чарина Николая Авксентьевича, в ведомстве которого также издал книгу под названием «Один метод интегрирования дифференциальных уравнений движения на участке самонаведения».

Оппонентами на защите у Владимира Ивановича были известные ученые Е.А. Барбашин, В.Г. Болтянский, А.М. Летов. Отзыв сторонней организации давал Н.Н. Красовский, а с места работы – академик В.И. Смирнов, который с 1957 г. уже не был директором НИИММа. Председательствовал на защите профессор Г.Ю. Джанелидзе, декан профильного факультета ЛПИ, в качестве членов совета присутствовали известные ученые: вице-президент АН СССР Б.П. Константинов, профессора Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье и другие. Решение совета в пользу защищающегося было единогласным. Столь подробное описание защиты Владимира Ивановича уместно для объяснения того обстоятельства, что провести в доктора Владимира Ивановича, несмотря на его очевидные достижения и заслуги, было очень трудно без усилий научного сообщества, а также почему в личном деле защищающегося в графе «место работы и должность» стояло «штатный заместитель Генерального конструктора», а не университет, где он действительно работал.

12 ноября 1960 г. ВАК присвоил В.И. Зубову степень доктора физико-математических наук. Представлял диссертацию на пленуме ВАК известный ученый, специалист в области автоматического регулирования Попов Евгений Павлович.

Поскольку уже с 1957 г. Владимир Иванович вел городской семинар по процессам управления и устойчивости, то вполне понятны, особенно после защиты докторской диссертации, государственная поддержка, а позднее и государственные полномочия, данные Владимиру Ивановичу в этой области. Так, в 1962 г. Владимир Иванович становится заведующим лабораторией теории управляющих устройств и механизмов в НИИММе, а в 1963 г. получает звание профессора.

В 1967 г. В.И. Зубов открывает кафедру теории управления и становится ее заведующим. Эту кафедру он возглавлял до своей смерти.

В 1968 г. Владимир Иванович становится лауреатом Государственной премии СССР. По этому поводу Президент АН СССР академик М.В. Келдыш писал в газете «Правда» от 9 ноября того же года в статье «В авангарде технического прогресса»: *«Широкую известность у нас и за рубежом получили работы В.И. Зубова. Проведенные им глубокие исследования по теории устойчивости движения, теории автоматического управления и теории оптимальных процессов позволяют решать важные прикладные проблемы, в частности, в области конструирования управляющих автоматов, стабилизации программных движений. Методы В.И. Зубова эффективны и в приложении к задачам управления, возникающим в промышленности, математической экономике, биологии и медицине, судовождении».*

В 1969 г. в ЛГУ открывается факультет прикладной математики – процессов управления и Владимир Иванович назначается его деканом. В этом же году в семье Владимира Ивановича (он был женат с 1950 г.) рождается шестой ребенок. Отступая от хронологии, следует сказать, что накануне семидесятилетия у него появился на свет шестнадцатый внук.

В 1971 г. при активном участии Владимира Ивановича в ЛГУ создается НИИ Вычислительной математики и процессов управления с тематикой работ, определенной правительством страны. Возглавлять все эти работы поручается В.И. Зубову. Факультет и НИИ образуют сегодня Учебно-научный центр прикладной математики – процессов управления СПбГУ, лидером и неформальным руководителем которого до самой своей смерти был Владимир Иванович.

Владимир Иванович в течение ряда лет был членом редколлегии журнала «Дифференциальные уравнения» и рецензировал по поручению Николая Павловича Еругина наиболее трудные рукописи по профилю журнала.

В 1981 г. Владимир Иванович избирается членом-корреспондентом АН СССР, в 1998 г. получает звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Глубокие знания Владимира Ивановича, большая эрудиция, любовь к жизни, чуткое отношение к людям делали притягательной его гостеприимную квартиру для многочисленных учеников, начиная со студентов и кончая седыми профессорами. Недаром у Владимира Ивановича одна из самых сильных научных школ в мире по теории устойчивости и процессам управления. Среди его учеников свыше 100 кандидатов и 20 докторов наук. Вероятно, и это обстоятельство сделало популярными возглавляемые Владимиром Ивановичем и ставшие уже ежегодными, начиная с 1994 г., международные семинары по динамике пучков заряженных частиц. Кроме указанных семинаров, под его руководством на базе УНЦ прикладной математики – процессов управления СПбГУ проходят и другие международные мероприятия. Так, в 1999 г. был проведен симпозиум по водородной энергетике и технологиям «HYPOTESIS – III», в июле 2000 г. – Международный семинар «Применение теории управления в задачах оптимизации (IFAC «CAO-2000»).

Основные направления научных исследований В.И. Зубова:

- разработка методов построения функций Ляпунова и границ области асимптотической устойчивости;
- теория оптимального управления;
- математическая теория проектирования, создания и эксплуатации электрофизической аппаратуры различного назначения;
- исследование процессов управления вращательным движением;
- разработка математической теории построения точных решений систем дифференциальных уравнений и разрешение фундаментальных проблем небесной механики;
- изучение свойств пространств функций распределения случайных величин и случайных процессов, разработка математической теории движения в случайных средах;
- теория синхронизации движений;
- исследование орбит и новые формы уравнений небесной механики;
- математическая теория рекуррентных функций; волны и принципы относительности;
- распределение сил и средств в промышленности и сельском хозяйстве.

Разработка методов построения функций Ляпунова и границ области асимптотической устойчивости. Найдено уравнение, которое в принципе решает проблему построения границы области асимптотической устойчивости. В аналитическом случае это уравнение интегрируется в виде рядов, с помощью которых развиваются также приближенные методы построения границ указанной области.

Теория оптимального управления. Построены аналитические методы отыскания оптимальных управлений, а также найдена связь между теорией второго метода Ляпунова и теорией оптимального управления.

Исследование процессов управления вращательного движения твердого тела. При изучении вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной точки В.И. Зубовым было установлено, что периоды прецессионных и нутационных колебаний являются первыми интегралами, отношение которых определяет, будет ли движение твердого тела периодическим или почти периодическим. При этом оказа-

лось, что отношение этих интегралов может стать иррациональным при сколь угодно малых изменениях начальных данных, определяющих движение твердого тела, или при сколь угодно малых изменениях распределения масс внутри твердого тела. Это позволило сделать вывод, что определение прецизионной ориентации на наземных измерительных пунктах не может основываться на применении периодических закономерностей.

Для построения законов управления вращательным движением твердого тела (управляющих моментов) В.И. Зубовым был применен второй метод Ляпунова. Это позволило ему перейти от линейных моделей к нелинейным. Удачный выбор моделей движения тел с полостями, заполненными жидкостью, и тел, несущих упругие конструкции, позволил распространить этот подход и на указанные объекты и эффективно решать научные и инженерные задачи.

Разработка математической теории построения точных решений систем дифференциальных уравнений и разрешение фундаментальных проблем небесной механики. Для дифференциальных уравнений с регулярной особой точкой В.И. Зубовым до конца рассмотрены те случаи, которые были оставлены без внимания Пуанкаре и Пикара. Оказалось, что эти случаи всегда имеют место в динамике самонаведения. Тем самым удалось решить важную задачу современной прикладной теории управления – найти полную совокупность всех траекторий на участке самонаведения.

Изучение свойств пространств функций распределения случайных величин и случайных процессов, разработка математической теории движения в случайных средах. В.И. Зубовым было установлено, что любая непрерывная функция распределения может быть сколь угодно точно аппроксимирована в равномерной метрике на всей вещественной оси с помощью смеси нормальных законов с различными математическими ожиданиями и дисперсиями. Показано, что нормальный закон не является исключительным в природе вещей, что любой закон распределения дает скользкие суммы с весовыми коэффициентами, составляющими всюду плотное подмножество в пространстве непрерывных функций распределения. Поэтому сам нормальный закон может быть определен сколь угодно точно в равномерной метрике на всей вещественной оси с помощью скользких сумм, образованных от любого, наперед заданного закона распределения.

Теория пучков заряженных частиц. Решена обратная задача электродинамики – по заданному полю скоростей заряженных частиц аналитически найдены напряженности электрического и магнитного полей, которые вызывают заданное движение, найдены уравнения для всевозможных полей такого рода, установлена теорема универсальности уравнений электродинамики.

Проектирование и создание электрофизической аппаратуры различного назначения. Здесь В.И. Зубовым были найдены уравнения электромагнитных полей взаимодействующих пучков, установлены уравнения взаимодействия этих полей между собой и с внешним полем.

Теория синхронизации движений. В 1973 г. под руководством В.И. Зубова было завершено создание первой в мире коммуникационной машины «Циклон Б», которая функционирует по настоящее время, обеспечивая бесперебойную связь нашего высшего руководства со стратегическими силами страны, находящимися на земле, в небесах, на океанах и морях. Причем эта связь охватывает околоземное космическое пространство.

В последние годы появилась возможность создания математического обеспечения для управления с помощью системы «Циклон Б» объектами народного хозяйства. Речь идет об управлении региональными энергетическими комплексами и всей энергетической системой страны.

Исследование орбит и новые формы уравнений небесной механики. Если система дифференциальных уравнений имеет периодическое решение, которое считается известным, то ее можно преобразовать к такому виду, что она распадается на две части. Причем одно уравнение дает динамику изменения собственного времени траектории (в физике – динамику частицы) в зависимости от единого исходного времени.

Вторая группа уравнений описывает положение траектории (движущейся частицы) относительно орбиты периодического движения (равновесные орбиты в синхротронах). Причем это положение указывается в едином исходном времени. Такое преобразование системы уравнений позволило получить новые результаты относительно устойчивости и неустойчивости периодических решений, а также выяснить необходимые и достаточные условия того, чтобы известное периодическое решение было автоколебанием.

Переходя к системам дифференциальных уравнений, которые имеют несколько периодических орбит, можно воспользоваться последними для упрощений решения аналитических задач в различных областях современной науки, в том числе, можно получить принципиально новые уравнения небесной механики.

Если имеются планетные системы, то из уравнений Лапласа для каждой орбиты получаются уравнения для собственного времени и уравнения для отклонений от орбиты возмущенного положения планеты. Таким образом, уравнения небесной механики распадаются на две группы уравнений: первая описывает изменения собственных времен возмущенных планет, вторая – изменения отклонений этих планет от выбранных орбит. С помощью таких преобразований удастся установить те наклонения орбит и те величины эксцентриситетов, при которых планетная система будет устойчива.

С.В. Ковалевская ввела в механику понятие комплексного времени. Описанные выше преобразования В.И. Зубова позволяют ввести многомерное время для описания движения планет, ансамбля частиц, системы пучков и т.д.

Математическая теория рекуррентных функций. Известно, что наложение любых колебаний с одинаковыми или соизмеримыми периодами приводит к периодическим движениям. Если периоды несоизмеримы, то возникает понятие почти периодичности, и колебания в этом случае называются почти периодическими. Наложение почти периодических колебаний дает снова почти периодическое колебание.

Для дифференциальных уравнений и вообще для динамических систем Дж. Биркгоф ввел понятие рекуррентных функций, которые назвал общими стационарными колебаниями. А.А. Марков (младший) установил, что они распадаются на два класса: те колебания, которые совершаются около некоторых средних, он назвал эргодическими, а те, которые не имеют средних, он назвал неэргодическими.

В.И. Зубов развил аппарат аналитического представления эргодических классов рекуррентных движений. Позднее эта проблема была решена им для неэргодических движений.

Рекуррентные колебания имеют место в электродинамике, в гидродинамике и других разделах механики и физики. Характерная особенность таких колебаний состоит в том, что интерференция волн, порождаемых такими колебаниями, может привести к появлению одиночной волны (цунами) или группы волн.

В.И. Зубов установил, что пространство рекуррентных функций полно в смысле равномерной метрики на всей вещественной оси, но не линейно. Операция сложения элементов может вывести из этого пространства. Свойство рекуррентности не транзитивно по отношению к операции сложения. Однако всякая одиночная волна может быть разложена на интерференцию волн.

В.И. Зубов также ввел в теорию рекуррентные функции, почти периоды которых зависят от текущего времени. Наложение колебаний, описываемых такими рекуррентными функциями, может не приводить к рекуррентным движениям.

Волны и принципы относительности. Любую векторную функцию одного аргумента можно рассматривать как простую волну. Этот аргумент является, как правило, скалярной функцией времени и пространственных координат. При таком понимании волн произвольная векторная волна является наложением конечного числа простых волн. Естественно, что вместо векторных волн можно рассматривать тензорные волны, спиновые волны и т.д.

Единственный аргумент простой волны называется фазой и любое множество точек пространства и времени, на котором фаза имеет постоянное значение, называется фронтом волны. Если волна распространяется только по градиенту волнового фронта с максимальной постоянной скоростью, то она называется нормальной. Фаза нормальной простой волны удовлетворяет волновому уравнению.

Эйнштейн ввел понятие эквивалентности двух систем координат, а именно: две системы пространственно-временных координат являются эквивалентными, если нормальная волна в одной системе координат будет оставаться нормальной и в другой системе координат. Причем скорость и в первой и во второй системе координат должна быть одинаковой и максимальной. При этом волновое уравнение не меняет своей формы. Такой принцип эквивалентности координат есть чисто алгебраическое свойство, присущее изотропным средам. Если же среда анизотропная, то движение нормальной волны имеет скорость, зависящую от анизотропии. Поэтому и максимальная скорость будет зависеть от этого обстоятельства. Задавая максимальную скорость для нормальных волн в зависимости от направления и времени, получаем обобщенное волновое уравнение для фазы нормальных волн в анизотропной среде. Далее расширяется понятие эквивалентности координатных систем. Они будут считаться эквивалентными, если при их применении волновое уравнение сохраняет некоторые инварианты неизменными. Получается целая серия принципов относительности. При движении волн в атмосфере они могут быть одними, в воде – другими и т.д. Конкретные результаты такого рода используются В.И. Zubовым в динамике движения пучков.

Распределение сил и средств в промышленности и сельском хозяйстве. Более 30 лет тому назад руководство Ленгорисполкома обратилось лично к В.И. Zubову с просьбой создать алгоритм, программу и полное математическое обеспечение для вычислительных машин, с помощью которых можно было бы:

– распределять капиталовложения по городским отраслям народного хозяйства (35 отраслей), в то время как Госплан выделяет эти средства по отраслям народного хозяйства (14 отраслей);

– создать инженерные формулы, связывающие начальное, промежуточные и конечное состояния развивающихся отраслей;

– предусмотреть перераспределение финансирования отраслей в случае возникновения непредвиденных ситуаций таким образом, чтобы плановые задания по отраслям были выполнены.

Все эти задачи были решены путем создания теории опорного плана. Разработанная методика планирования была внедрена в нескольких крупных городах России.

В данной статье использовались материалы, которые обсуждались с В.И. Zubовым при подготовке другой статьи.

Решением ученого совета СПбГУ научно-исследовательскому институту прикладной математики и процессов управления было присвоено имя его основателя – В.И. Zubова (протокол № 3 от 26.03.2001).

СВЯТОСЛАВ СЕРГЕЕВИЧ ЛАВРОВ

Научная биография Святослава Сергеевича Лаврова во многом неординарна. Признанный авторитет в области баллистики, соратник Королева, он на пике научной карьеры круто изменил ее направление, полностью отдавшись новой области – программированию. Лавров – разработчик одного из первых в мире языков символического кодирования, создатель первого в СССР транслятора с АЛГОЛА, автор множества работ по теории и практике программирования. Он не входил ни в одну из существовавших в Советском Союзе «школ программирования», но пользовался признанием и большим уважением у коллег.

Родился Святослав Сергеевич Лавров 12 марта 1923 г. в Петрограде в семье русских интеллигентов. Его отец был инженером военного флота, в мирное время – главным энергетиком на ряде заводов; мать, выпускница Демидовских женских курсов, недолго работала классной дамой, а затем библиотекарем.

Уже в школьные годы С.С. Лавров увлекался математикой, посещал знаменитый математический кружок Ленинградского Дворца пионеров и был в числе победителей ленинградской городской математической олимпиады 1939 г. После окончания в 1939 г. средней школы в 16 лет С.С. Лавров поступил на математико-механический факультет Ленинградского государственного университета, где слушал лекции Д.К. Фаддеева по алгебре и Г.М. Фихтенгольца по анализу, из которых вынес первые представления о методах вычислений.

В 1941 г. С.С. Лавров вступил в ленинградское народное ополчение, но при формировании полка ополченцев его вместе с большой группой студентов направили на учебу в Ленинградскую военно-воздушную академию. После выпуска в 1944 г. в звании старшего техника-лейтенанта он получил назначение в истребительный авиационный полк техником звена. А вскоре после окончания войны судьба свела С.С. Лаврова с Сергеем Павловичем Королевым, который пригласил молодого военного инженера на работу по изучению немецкой трофейной техники. С.С. Лавров был зачислен на должность начальника измерительной службы в бригаду особого назначения Министерства обороны (позднее это Государственный центральный полигон, известный как Капустин Яр).

Сергей Павлович Королев содействовал демобилизации С.С. Лаврова и принял его в начале 1947 г. на должность начальника группы баллистики в свое конструкторское бюро, входившее на правах отдела в СКБ подмосковного НИИ-88 Министерства вооружения. Через несколько лет СКБ НИИ-88 стало самостоятельным предприятием – ОКБ-1.

В группе баллистики С.С. Лавров занимался механикой тел переменной массы, уравнениями движения ракеты, выбором формы траектории выведения ракеты; выполнял проектные баллистические расчеты, точные расчеты траектории и координат точки падения, определял параметры рассеивания и необходимые объемы гарантийных запасов топлива; работал над теорией приборов и систем управления даль-

стью. Он принимал активное участие в летных испытаниях всех ракет королевского КБ: от трофейных А-4 (ФАУ-2) в 1947 г. до межконтинентальной ракеты Р-7 в 1957 г. В 1957 г. Святослав Сергеевич Лавров в составе коллектива ученых был удостоен Ленинской премии.

В 1950 г. Святослав Сергеевич написал совместно с Р.Ф. Аппазовым и В.П. Мишиным в форме технического отчета монографию по баллистике ракет, изданную в 1956 г. Артиллерийской академией в качестве учебника под грифом «Секретно». В открытой печати эта работа появилась только десять лет спустя (Аппазов Р.Ф., Лавров С.С., Мишин В.П. Баллистика управляемых ракет дальнего действия. – М., Наука, 1966).

В 1954 г. С.С. Лавров заочно окончил механико-математический факультет Московского государственного университета, в 1959 г. получил ученую степень доктора технических наук по совокупности научных трудов без защиты диссертации. В 1963 г. ему было присвоено звание профессора по специальности «механика». В июле 1966 г. С.С. Лавров был избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению механики и процессов управления (по специальности «Автоматическое управление»).

Вплоть до 1966 г. С.С. Лавров работал в должности начальника отдела возглавляемого С.П. Королевым ОКБ-1 Министерства общего машиностроения. Начиная с 1959 г., С.С. Лавров по совместительству вел педагогическую работу на механико-математическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. В 1963 г. С.С. Лавров стал профессором механико-математического факультета МГУ, а после образования в 1970 г. факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ возглавил кафедру языков программирования на этом факультете.

Уже к 1960 г. его научные интересы сместились в область программирования и, в первую очередь, разработки необходимого программного обеспечения ЭВМ – сначала библиотек стандартных подпрограмм, позже – трансляторов с языков высокого уровня. Во второй половине 50-х гг. все баллистические расчеты в КБ выполнялись на «БЭСМ», и проблема упрощения и автоматизации программирования стояла достаточно остро уже тогда. С.С. Лавровым был разработан один из первых в мире языков символьного кодирования для «БЭСМ», позднее опубликованный под названием «Соглашения о записи программ в символических обозначениях» (Лавров С.С. Введение в программирование. – М., Наука, 1970). Однако язык символьного кодирования использовался тогда как средство формализации процесса программирования с ручной трансляцией в машинные коды.

С появлением в 1960 г. заводской серии ЭВМ «М-20» (одна из четырех машин этой серии поступила в ОКБ-1) и почти одновременным выходом «Сообщения об алгоритмическом языке АЛГОЛ-60» стала технически возможной и интересной в научном плане реализация автоматического транслятора языка высокого уровня и определились ближайшие приоритеты исследований. Создание таких трансляторов началось в Институте прикладной математики АН СССР (Михаил Романович Шура-Бура и Эдуард Зиновьевич Любимский) и в Институте математики Сибирского отделения АН СССР (Андрей Петрович Ершов). Несколько позже была начата работа по транслятору с АЛГОЛА-60 в ОКБ-1, по проекту Лаврова С.С. и под непосредственным руководством Владимира Андреевича Степанова. Значительная часть исследований была выполнена Виктором Николаевичем Поповым. Сам С.С. Лавров помимо идейного руководства проектом продолжал заниматься разработкой стандартных подпрограмм (СП) численных методов (решение неалгебраических уравнений и их систем, отыскание экстремумов функций многих переменных) теперь уже в стандарте ИС-2, обеспечившем эффективное использование СП как при ручном программировании, так и в составе написанных для ЭВМ «М-20» трансляторов.

Разработчики транслятора ОКБ-1 (по предложению Владимира Михайловича Курочкина он был назван ТА-1) и, в первую очередь, С.С. Лавров очень точно оценили как возможности машины «М-20», так и ресурсы своей группы. В качестве входного языка транслятора было выбрано эффективно реализуемое подмножество АЛГОЛА-60, в которое не входили рекурсивные процедуры и функции, фактические параметры-выражения при передаче параметров по наименованию, переменные с индексами в качестве параметров циклов и собственные массивы. Все ограничения на входной язык, кроме рекурсии, оказались в русле последующих тенденций развития языков программирования. Благодаря такому ограничению входного языка транслятор ТА-1 оказался работоспособным раньше параллельных разработок, и уже весной 1962 г. первая версия транслятора была запущена в эксплуатацию.

Из всех трансляторов АЛГОЛА для вычислительной техники второго поколения в СССР именно транслятор ТА-1 оказался наиболее популярным. Это объяснялось простотой подмножества входного языка, высокой эффективностью компиляции и приемлемыми характеристиками эффективности порожденного кода. Немало способствовало широкому внедрению ТА-1 и появление через несколько лет значительно расширенной версии транслятора под названием ТА-1М («Сигнал»), созданной по идеям С.С. Лаврова группой под руководством В.А. Степанова. Это был первый в СССР и, очевидно, один из первых в мире трансляторов, позволявших производить отладку программ в терминах входного языка.

Одновременно с работой по проекту ТА-1 С.С. Лавров в постоянном творческом общении с А.П. Ершовым занимался теоретическими вопросами оптимизации распределения памяти. В 1961 г. им был предложен формализм для описания задач распределения памяти («схемы Лаврова») и была показана эквивалентность задач экономии памяти и раскраски графа (графа несовместимости областей действия). Окончательный вариант эвристического алгоритма распределения и повторного использования памяти был сформулирован А.П. Ершовым и практически реализован в «АЛЬФА-трансляторе».

С 1963 г. С.С. Лавров начал заниматься языками обработки символьной информации. Интерес к этой тематике вырос из задач автоматизации проектирования (Бегунков Г.С., Лавров С.С., Педанов И.Е., Степанов В.А. Аппарат геометрических описаний для автоматизации конструкторских работ. // В сб.: «Вычислительная техника в машиностроении». – Минск, Изд-во Института технической кибернетики АН БССР, 1966) и осознания необходимости работы со специфическими для конкретных проблемных областей типами данных и наборами операций.

В 1966 г., после смерти С.П. Королева, С.С. Лавров перешел в Вычислительный центр АН СССР на должность заведующего отделом математического обеспечения ЭВМ. Именно там были выполнены многие работы по языкам обработки символьной информации на новейшей ЭВМ «БЭСМ-6» (СНОБОЛ-А в 1968 г., совместно с Л.И. Гончаровой; ЛИСП в 1970 г., совместно с Г.С. Силагадзе).

Во второй половине 60-х и – начале 70-х гг. Святослав Сергеевич Лавров принимал активное участие в Рабочей группе WG2.1 IFIP (Международной федерации по обработке информации) по АЛГОЛУ. Язык АБВ, один из первых в мире экспериментальных расширяемых языков программирования, был предложен С.С. Лавровым как альтернатива АЛГОЛУ-68. В материалах Рабочей группы WG2.1 именно С.С. Лавровым был сформулирован общепринятый сегодня тезис о необходимости интеграции языков программирования со средствами взаимодействия с операционной средой, ставший прообразом современной концепции API (Application Program Interface).

В 1971 г. С.С. Лавров вернулся в Ленинград и через год возглавил кафедру математического обеспечения ЭВМ математико-механического факультета ЛГУ. В начале 70-х гг. им был реализован один из первых трансляторов с языка ПАСКАЛЬ, не получивший распространения в силу редкости аппаратной платформы

(ODRA-1204, польский клон одной из моделей ICL). Тогда же С.С. Лавров активно публиковал статьи и книги, обобщающие опыт работ предыдущего периода (Лавров С.С., Гончарова Л.И. Хранение информации в памяти ЭВМ. – М., Наука, 1971; Лавров С.С. и др. Расширяемый алгоритмический язык АБВ. // В сб.: «Обработка символьной информации». Вып. 3. – М., Вычислительный центр АН СССР, 1976; Капустина Е.Н. и др. Схема расширений и основные принципы реализации аппарата процедур языка ПАСКАЛЬ в языке АБВ. // В сб.: «Обработка символьной информации». Вып. 4. – М., Вычислительный центр АН СССР, 1978; Лавров С.С., Силагадзе Г.С. Язык ЛИСП и его реализация. – М., Наука, 1978).

В 1977 г. С.С. Лавров стал директором Института теоретической астрономии АН СССР. В ИТА АН СССР им была организована и возглавлена лаборатория автоматизации научных исследований, в которой развернулись работы по созданию системы с автоматическим синтезом программ, ориентированной на решение научных и инженерных задач (СПОРА – система программного обеспечения работ по астрономии). Научные интересы С.С. Лаврова в этот период сместились в большей степени в область формальных методов, в частности автоматического доказательства теорем. Ранее Энном Харальдовичем Тыгу (Институт кибернетики АН Эстонской ССР, город Таллинн) и Григорием Ефроимовичем Минцем (Ленинградское отделение математического института АН СССР) был выдвинут тезис о том, что автоматический синтез программ по спецификациям задач должен быть основан на конструктивном доказательстве теоремы существования решения задачи. Тезис был использован многими авторами на базе выводов (доказательств) в исчислении высказываний, в том числе, в наиболее известной системе программирования с автоматическим синтезом программ для решения инженерных задач ПРИЗ (Э.Х. Тыгу и др.).

С.С. Лавров со своими сотрудниками попытался расширить эту базу до некоторого фрагмента исчисления предикатов. Описание разработанного в соответствии с идеями С.С. Лаврова сверхвысокоуровневого языка ДЕКАРТ было опубликовано в 1980 г. (Бабаев И.О., Новиков Ф.А., Петрушина Т.И. ДЕКАРТ – входной язык системы СПОРА. // В сб.: «Прикладная информатика». – М., Финансы и статистика, 1980). Язык ДЕКАРТ отличался от других современных языков глубокой интеграцией концепции абстрактного типа данных с реляционным подходом к представлению данных и декларативным описанием предметной области. Позднее в рамках работ по проекту СПОРА С.С. Лавровым был сформулирован оригинальный подход к формальному описанию семантики декларативных языков программирования средствами исчисления предикатов первого порядка без равенства и без функциональных букв (Лавров С.С., D-аксиоматизация языка ДЕКАРТ. // В сб.: «Прикладная информатика». М., Финансы и статистика, 1987).

В соответствии с тезисом о конструктивном доказательстве теоремы существования решения задачи ключевой частью транслятора языка ДЕКАРТ должна была являться система автоматического доказательства/опровержения теорем в исчислении предикатов. Работая над этой системой, С.С. Лавров вместе со своими учениками получил предварительные результаты по выделению из исчисления предикатов такого фрагмента, который охватывал бы нужды эффективного доказательства теорем существования для синтеза программ. Эта задача решалась на моделях двух предметных областей: элементарной геометрии и элементарного программирования.

В статьях в журнале «Микропроцессорные средства и системы»: «Использование вычислительной техники, программирование и искусственный интеллект (перспективы развития)» (1984, № 3) и «Представление и использование знаний в автоматизированных системах» (1986, № 3) С.С. Лавров сформулировал предпосылки появления баз знаний в качестве основы нового поколения систем программирования. База знаний определена им как совокупное представление понятийного, фактуального

(предметного) и процедурного знания и системы их взаимодействия. При этом модель предметной области описывает общую обстановку, в которой возникла задача, а спецификация – содержание задачи. Основу первой из этих статей составили предложения С.С. Лаврова в комиссию по разработке Государственной программы развития вычислительной техники и средств взаимодействия человека с этой техникой. Подход, предлагавшийся С.С. Лавровым в начале 80-х гг., находится теперь в русле одной из основных проблем современной информатики – создания информационных систем, основанных на знаниях.

В середине 80-х гг. С.С. Лавров уделял определенное внимание лингвистическим аспектам взаимодействия человека и компьютера. В статье «О знаниях и языке машины и человека» (Сборник «Семиотика и информатика». Выпуск 24. – М., ВИНТИ, 1985) анализируется понятие «искусственного интеллекта» ЭВМ, его принципиальное отличие от «естественного» интеллекта человека, описываются слабые и некоторые сильные стороны этого понятия, обосновывается правомерность его употребления. Оспаривается точка зрения, что естественный язык, пусть даже соответствующим образом ограниченный, может служить наилучшим средством общения человека с ЭВМ. В статье «Формализация, лингвистика, логика» (Сборник «Семиотика и информатика». Выпуск 27. – М., ВИНТИ, 1986) описываются свойства естественного языка как модели внешнего мира, его сильные и слабые стороны в этом качестве.

С конца 1987 г. С.С. Лавров работал в Институте прикладной астрономии РАН в должности советника при дирекции ИПА. Его научные интересы лежат в области применения математических методов для решения прикладных научных задач, в частности восстановления изображений в радио-интерферометрии.

Научная биография Святослава Сергеевича Лаврова в определенном смысле уникальна. Совсем в молодом возрасте С.С. Лавров стал основоположником ракетно-космической баллистики в СССР и неоспоримым авторитетом в области динамики управляемого полета и автоматического управления. Появление цифровой вычислительной техники привело к резкому повороту в деятельности С.С. Лаврова и в течение нескольких лет сделало его классиком программирования в СССР. Триада имен – А.П. Ершов, С.С. Лавров и М.Р. Шура-Бура – впервые появилась в качестве титульных редакторов русского издания сообщения об АЛГОЛЕ-60 (Алгоритмический язык АЛГОЛ-60. Пересмотренное сообщение / Пер. с англ. М., Мир, 1965). Целое поколение программистов выросло на идеях этих ученых. Вклад С.С. Лаврова в развитие программистской науки и практики в СССР неоспорим. Его ученики работают сегодня в разных городах России и других стран. Григорий Самуилович Цейтин и Святослав Сергеевич Лавров дали новый толчок развитию школы программирования, заложенной еще Леонидом Витальевичем Канторовичем и Андреем Андреевичем Марковым – школы, заслуженно называемой «ленинградской» – по городу, в котором С.С. Лавров родился, и в котором почти 30 лет продолжалась его научная деятельность.

18 июня 2004 г. Святослава Сергеевича Лаврова не стало. Ему шел 82-й год. Несмотря на возраст, он до последних дней продолжал участвовать в научной жизни, выступал с докладами, писал книги. За годы своей творческой работы С.С. Лавров выпустил множество статей и десяток монографий. Последней его книгой стал учебник «Программирование. Математические основы, средства, теория», вышедший в 2001 г. в издательстве «БХВ-Петербург». И неожиданно оказалось, что изложенное строгим научным языком учебное издание для университетов пользуется не меньшим спросом, чем массовые книги по современным программным продуктам и технологиям...

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ СИФОРОВ

«На опыте всей моей жизни я понял, что, прежде всего, человек должен освоить выбранную им специальность, быть мастером своего дела».

Из книги В.И. Сифорова «Тангенс выживания»

Член-корреспондент АН СССР В.И. Сифоров – один из крупнейших отечественных учёных в области радиотехники, радиосвязи и вещания, внесший своими трудами существенный вклад в становление и развитие радиоэлектроники, теории информации, статистической теории связи. Он проявил себя как выдающийся учёный, получивший фундаментальные научные результаты во многих областях радиотехники и теории связи, как крупнейший отечественный педагог, организовавший в нескольких ведущих институтах кафедры радиотехники и радиоприёмных устройств. Большинство его работ определялось насущными потребностями развивающейся радиотехники, и вместе с тем многие его работы становились базовыми для ряда направлений радиотехники, электросвязи, электроники, таких как радиовещание, телевидение, наземные и космические системы передачи информации, радиолокация. Владимир Иванович Сифоров также крупный организатор масштабных научных исследований и разработок новой техники на отечественных промышленных предприятиях. Помимо этого он активно вёл международную и общественную деятельность.

В течение всей жизни В.И. Сифорова его научные интересы постоянно расширялись. В сферу его интересов входили философские проблемы естествознания, вопросы науковедения и прогнозирования научно-технического прогресса, а также роль информации в современном обществе. В его работах, относящихся к этой области, которые были опубликованы в 60-х–70-х гг. прошлого века, дан глубокий анализ дифференциации и специализации наук, взаимодействия смежных наук, процесса формирования новых научных дисциплин. Он дал классификацию научно-технических прогнозов и обосновал необходимость прогнозирования на несколько десятилетий вперед, разработал методологию долгосрочного прогнозирования. Он писал: *«Планы должны соответствовать объективно действующим законам. Игнорирование их или недостаточно полный учёт приводит к замедлению экономического и социального развития страны. ...В долгосрочных планах должен быть обязательно учтён установленный в начале 60-х гг. академиком А.А. Харкевичем закон, согласно которому потребность общества в передаче информации возрастает пропорционально квадрату национального дохода страны».*

Еще в середине 80-х гг. В.И. Сифоров предвидел и исходя из философских предпосылок обосновал неизбежность создания на Земле в будущем информационного общества. Он сам ввел термин «информационное общество», получивший в конце XX в. широкое распространение. В.И. Сифоров писал: *«Не подлежит сомнению, ...что современное общество именно в силу научно-технического прогресса и совершенствования знаний в широком смысле перейдет в новое качественное состояние – информа-*

ционное общество». Поднятые В.И. Сифоровым проблемы формирования на Земле информационного общества сегодня относятся к числу важнейших проблем современного мира. Они регулярно обсуждаются на международных конференциях, в которых принимают участие главы крупнейших государств мира.

Результаты проведенных В.И. Сифоровым исследований нашли отражение более чем в 400 научных статьях и монографиях. Столь впечатляющие результаты свидетельствуют о фундаментальной подготовке, широчайшем кругозоре и эрудиции, о незаурядном таланте и исключительном трудолюбии этого человека, детские и юношеские годы которого прошли в очень тяжелых условиях. Свой жизненный путь Владимир Иванович Сифоров описал в увидевшей свет в 1991 г., еще при жизни, книге «Тангенс выживания». Эта автобиографическая повесть, озаглавленная им «Размышления о моей судьбе» – своеобразное напутствие прожившего богатую событиями жизнь человека и умудренного большим жизненным опытом ученого следующим поколениям.

В.И. Сифоров родился в 1904 г. в Москве в семье неудачливого мелкого торговца. В детстве судьба уготовила ему суровые испытания; в восемь лет Володя, его старшие брат и сестра остались без матери. Мальчик был определен в начальное четырехлетнее училище, но семейная неустроенность привела к беспризорной жизни. Брошенный на произвол судьбы отцом, Володя Сифоров в полной мере познал тяжелую долю мальчишки-беспризорника и воспитанника детской колонии, куда он попал после училища. Хотя в колонии и существовала средняя школа, но систематических занятий, серьезного обучения детей фактически не проводились. Однако рассказы преподавателя математики Федора Ситникова – выпускника университета об ученых-математиках глубоко запали в душу юноши. Преподаватель приносил в колонию книги по теории вероятностей, вариационному исчислению, небесной механике, астрономии. В какой-то момент Володе Сифорову попали в руки учебники по математике (алгебре, геометрии, дифференциальному и интегральному исчислению), сильно заинтересовавшие пытливого юношу. Он стал самостоятельно изучать популярные книги по теории относительности, теории радиоактивного распада и другие, попадавшие ему в руки. Приобретя вузовский учебник «Дифференциальное и интегральное исчисление», Володя Сифоров внимательно его изучил, и уже к 16 годам овладел этим математическим аппаратом.

Благодаря любознательности и упорному труду по самостоятельному изучению предметов школьной программы юноше удалось получить в 1921 г. аттестат о среднем образовании. В том же году он поступил на общий курс Московского механико-электротехнического института. Однако после расформирования колонии юноша оказался без жилья и средств к существованию. Ему помогли трудоустроиться на работу в детский дом, где он преподавал математику и физику и руководил производственными мастерскими. Уже в те годы Владимир Сифоров стал заниматься радиолюбительством, конструируя различные радиоприемники и испытывая огромную радость от прослушивания радиопередач.

Осенью 1924 г. факультет, на котором учился Владимир Сифоров, был закрыт, а все студенты были переведены в Ленинград; при этом В.И. Сифоров был направлен в Ленинградский электротехнический институт имени В.И. Ульянова (Ленина). Здесь он вновь оказался без средств к существованию. В общежитие удалось устроиться, но как сын торговца (по сословному признаку) он был лишен возможности получать стипендию. Не имея других средств, В.И. Сифоров перебивался случайными заработками, работая грузчиком в порту, занимаясь репетиторством по математике. Студенческая жизнь в те годы была очень сложной. Как позже вспоминал сам В.И. Сифоров, выручали строжайшая экономия и то обстоятельство, что в то время «*в столовой ЛЭТИ черный хлеб лежал прямо на столах, и его можно было брать без денег*».

В тот период обучение в ЛЭТИ велось на трех факультетах: электротехническом, электрофизическом и электрохимическом, причем, как вспоминал В.И. Сифоров, на электрофизический факультет зачислялись студенты нередко против их желания. Когда же он сообщил товарищам по общежитию, что сам выбрал электрофизический факультет, так как там обучали специальности радиотехника, те только посмеялись над ним.

В 1927 г. В.И. Сифоров поступил на работу техником в лабораторию завода имени Козицкого на полный рабочий день. Это ограничило для него возможности посещения лекций, однако, лекции по специальной радиотехнике профессора И.Г. Фреймана и занятия по основам радиотехнических расчетов, которые вел ученик профессора А.И. Берг, он посещал регулярно. Именно эти неординарные ученые и педагоги оказали громадное влияние на становление В.И. Сифорова как специалиста и ученого. И.Г. Фрейман был и первым руководителем дипломного проекта В.И. Сифорова. Как позже вспоминал сам В.И. Сифоров, лекции И.Г. Фреймана были весьма глубокими и увлекательными, а когда он спросил профессора о теме дипломного проекта, то Иммануил Георгиевич ответил: *«Возьмите что-нибудь по помехам. Только на русском ничего нет. Возьмите книгу Керца «Атмосферные шторюнген» на немецком языке»*. Так В.И. Сифорову пришлось изучать немецкий язык, переводя книгу Керца.

Непосредственная научная работа В.И. Сифорова по специальности началась под руководством А.И. Берга и И.Г. Фреймана в 1928 г. в Ленинграде, когда, будучи еще студентом ЛЭТИ, он перешел на работу в отдел приемников Центральной радиолоборатории Треста заводов слабого тока (ЦРЛ). Впоследствии ЦРЛ была реорганизована в Научно-исследовательский институт радиовещательного приема и акустики (ИРПА). В этой организации В.И. Сифоров проработал вплоть до начала Великой Отечественной войны. Как он сам вспоминал: *«Научная сторона работ ЦРЛ в 30-е гг. была поставлена высоко: в лаборатории работал член-корреспондент АН СССР (позже академик) Н.Д. Папалекси, консультировал академик Л.И. Мандельштам»*. В ЦРЛ в те годы работали крупнейшие отечественные радиотехники: Д.А. Рожанский, А.М. Бонч-Бруевич, В.В. Татаринев, А.А. Пистолькорс и многие др.

В мае 1929 г. В.И. Сифоров защитил дипломный проект, и ему была присвоена квалификация инженера-электрика по специальности «Радиотехника». Сразу же после окончания института он стал совмещать работу в ЦРЛ и преподавание в радиотехнических институтах. Уже с осени В.И. Сифоров был приглашен для преподавательской работы в ЛЭТИ, где в 1938 г. ему было присвоено ученое звание профессора. Преподавательская деятельность профессора Сифорова в ЛЭТИ прервалась только в период Великой Отечественной войны. В конце 30-х гг. В.И. Сифоров также заведовал кафедрой радиотехники в Ленинградском институте повышения квалификации инженеров и кафедрой радиоприёмных устройств в Ленинградском электротехническом институте связи (ЛЭИС) имени профессора А.М. Бонч-Бруевича. В ЛЭТИ Владимир Иванович Сифоров преподавал и в послевоенные годы, с 1946 по 1953 г.; в итоге прошел путь от ассистента до заведующего кафедрой радиоприёмных устройств.

В 30–40 гг. В.И. Сифоров энергично работает над вопросами теории и техники радиоприема, развивает теорию радиоприёмных устройств. Он исследует вопросы приема амплитудно-модулированных и частотно-модулированных радиосигналов с наименьшими искажениями, обеспечения высокой чувствительности приемников прямого усиления, обеспечения помехоустойчивого радиоприема. В ЦРЛ В.И. Сифоров выполнял не только теоретические исследования, но и опытно-конструкторские разработки, осуществлял связь с производством. Он руководил сдачей в эксплуатацию приемной аппаратуры на первой в стране радиостанции дальней связи под Москвой.

Пожалуй, трудно найти вопросы в области радиоприемных устройств, которые не были бы капитальным образом исследованы В.И. Сифоровым. Классическая структура супергетеродинного радиоприемного устройства была разработана рядом зарубежных ученых в первой четверти XX в. В 30-х гг. В.И. Сифоровым были выполнены исследования всех его основных звеньев: усилителей высокой и промежуточной частоты (УВЧ и УПЧ), устройств автоматической регулировки усиления и частотной настройки приёмников, детекторов и смесителей частоты, шумовых свойств самого приёмника. Сегодня это устройство продолжает совершенствоваться уже на основе применения цифровых методов обработки принимаемых радиосигналов.

В 1932 г. вышла в свет монография В.И. Сифорова «Резонансные усилители». Введенное им понятие о коэффициенте устойчивости резонансного усилителя до настоящего времени является одним из базовых при проектировании приемников. В 1936 г. вышла в свет его монография «Полосковые усилители». Совместно с А.П. Сиверсом (сменившим впоследствии его на должности заведующего кафедрой радиоприемных устройств ЛЭТИ) В.И. Сифоров создал первый отечественный магистральный радиоприемник коротковолнового диапазона.

Только за период с 1929 по 1939 г. В.И. Сифоровым было опубликовано более 40 статей и четыре монографии, получено шесть авторских свидетельств на изобретения. Он одним из первых начал применять вероятностные методы в теории связи, первым исследовал помехоустойчивость всех известных в те годы методов передачи сообщений, что нашло отражение в его диссертации. В 1936 г. В.И. Сифоров успешно защитил сразу докторскую диссертацию на тему «Исследование методов радиоприема, основанных на селекции по амплитуде, фазе и продолжительности действия», минуя степень кандидатской диссертации. Результаты диссертации стали основой изданной в 1937 г. монографии «Новые методы радиоприёма» – первой в научной литературе книге, в которой были изложены основы теории помехоустойчивости систем однократной и многократной радиотелеграфии при действии разного рода помех. В том же году В.И. Сифорову была присуждена ученая степень доктора технических наук.

В 1939 г. Владимир Иванович Сифоров создал один из лучших в мире учебников «Радиоприемные устройства», в который вошли оригинальные научные результаты, полученные автором. По глубине и широте изложения материала этот учебник не имел себе равных ни в нашей стране, ни за рубежом. Среди студентов радиотехнических специальностей, обучавшихся в 40-е – 60-е гг., вряд ли найдется кто-либо, кто не учился по этому учебнику. Неудивительно, что учебник выдержал пять изданий (каждый раз дорабатываясь и дополняясь новым материалом о последних достижениях в науке и технике). Этот учебник был переведен на восемь иностранных языков.

Работы Владимира Ивановича Сифорова получили мировое признание и являются частью фундамента, на котором построена вся современная радиотехническая наука и техника. Широкой известностью пользуются, например, методы статистического анализа, которые использовал В.И. Сифоров при анализе помехоустойчивости широкополосных систем передачи информации. Особое значение имеют его работы по анализу помехоустойчивости систем с частотно-модулированными сигналами. Убедительные преимущества ЧМ, вскрытые В.И. Сифоровым, обусловили её использование в наземной, космической связи, в радиорелейной связи, в системах высококачественного вещания с ЧМ и в радиолокации с непрерывным излучением.

Фундаментальное значение имеют работы В.И. Сифорова в области теории колебаний. Он, в частности, разработал новый тип автогенератора гармонических колебаний на основе RC-цепей. Это была в то время новаторская идея, которая не сразу встретила понимание учёных. Уже в предвоенные годы остро вставал вопрос о тесноте в эфире, что определило особый интерес В.И. Сифорова к исследованию систем радиосвязи на одной боковой полосе. Здесь он значительно опередил технические возможности того

времени. Ряд преимуществ однополосной радиосвязи в то время реализовать не удалось из-за высоких требований к линейности усилительного тракта и стабильности частоты автогенераторов, но предвидение В.И. Сифорова, что эти трудности вскоре будут преодолены, полностью подтвердилось. Разработанный В.И. Сифоровым совместно с И.С. Гоноровским оригинальный способ многоканальной связи на ультракоротких волнах сегодня широко применяется во всем мире на радиорелейных и других линиях связи для передачи разнообразной информации.

С началом Великой Отечественной войны в июне 1941 г. В.И. Сифоров был призван в армию, где прошел путь от рядового – старшего преподавателя факультета электроспецоборудования самолетов ленинградской Краснознаменной Военно-Воздушной инженерной академии Красной Армии (ЛКВВИА) до начальника кафедры радиотехники, а затем заместителя начальника академии. Преподаватели академии читали лекции по многим предметам. Сам В.И. Сифоров читал лекции по электродинамике, общей радиотехнике, радиопередающим и радиоприемным устройствам, распространению радиоволн, радионавигации, антеннам и материальной части самолетов. Выручали его широчайшая эрудиция, глубокая фундаментальная подготовка, полученная во время обучения в ЛЭТИ, а также практический опыт работы в ЦРЛ и других организациях. *«В эти годы лекционная нагрузка доходила до 12 часов в день, а полная учебная нагрузка превышала втрое обычные вузовские нормы. Спать приходилось по 4-5 часов»*, – вспоминал о том времени, также преподававший в академии, товарищ и ученик В.И. Сифорова, впоследствии профессор, заместитель начальника Академии генерал-лейтенант С.А. Дробов. В 1943 г. В.И. Сифорову было присвоено воинское звание инженер-полковника, а с 1945 по 1952 г. он являлся заместителем начальника ЛКВВИА по научной и учебной работе.

После окончания войны В.И. Сифоров, будучи военнослужащим и продолжая работать в ЛКВВИА, возобновил педагогическую деятельность и в ЛЭТИ в должности заведующего кафедрой радиоприемных устройств. В послевоенные годы В.И. Сифоров проводит исследования в области радиоприемных устройств СВЧ-диапазона, разрабатывает оригинальную теорию активных шумящих четырехполосников, частным случаем которых являются электронные усилительные лампы СВЧ. В 1947 г. выходит в свет монография В.И. Сифорова «Радиоприемные устройства ультракоротких волн». В 1951 г. он совместно с С.А. Дробовым, Н.А. Железновым и Я.Д. Ширманом подготовил и опубликовал монографию «Теория импульсной радиосвязи», в которой были изложены методики расчета отношения сигнала к шуму при различных видах импульсной модуляции и заложены практические основы дискретной передачи непрерывных сообщений.

С 1953 г. начался новый, московский период в жизнедеятельности В.И. Сифорова; он назначается директором НИИ Радио Минсвязи СССР, где организует разработку остро необходимого для страны оборудования для магистральных радиорелейных линий связи и проводит теоретические исследования в области радиорелейной связи. В этом же году Владимир Иванович Сифоров избирается членом-корреспондентом АН СССР.

В 1954-1955 гг. В.И. Сифоров – заместитель министра радиотехнической промышленности СССР. С 1955 по 1957 г. он снова директор НИИ радио Минсвязи СССР и одновременно с 1954 по 1966 г. возглавляет лабораторию радиорелейной связи и радиоприема Института радиотехники и электроники (ИРЭ) АН СССР. Под руководством В.И. Сифорова получают развитие исследования общих математических проблем теории передачи информации, а также ряд прикладных направлений, связанных с применением теории информации в лингвистике, биологии, общественных науках. В эти же годы член-корреспондент АН СССР В.И. Сифоров становится председателем Экспертной комиссии по радиотехнике, электронике и электрической связи Высшей аттестационной комиссии (ВАК), а с 1965 г. – членом Президиума ВАК.

Несмотря на большой объем административно-организационной и общественной работы, В.И. Сифоров не менее интенсивно, чем в прежние годы, ведет научные исследования. Под его руководством и при непосредственном участии в НИИ Радио велась разработка многоканальных радиорелейных линий связи. Обширные исследования по нескольким, как всегда наиболее актуальным, направлениям проведены В.И. Сифоровым за годы работы в ИРЭ. Он явился пионером в проведении исследований в области теории надежности сложных радиоэлектронных систем; им же был получен ряд оригинальных результатов в области теории информации, теории надежности и статистической теории связи, теории кодирования. Так, опубликованная В.И. Сифоровым в 1954 г. в журнале «Известия АН СССР работа «О методах расчёта надёжности работы систем, содержащих большое число элементов» сыграла значительную роль в создании теории надёжности различных радиоэлектронных систем и, в частности, систем радиорелейной и спутниковой связи, содержащих значительное число элементов. Её результаты позволяли определить вероятность выхода из строя всей системы исходя из вероятностных характеристик надёжности её элементов.

В 1955 г. В.И. Сифоров написал оригинальный учебник «Радиоприемники сверхвысоких частот», который издавался в 1955 и 1957 г. и сыграл значительную роль в подготовке отечественных специалистов в области техники СВЧ.

В 1957 г. возобновилась педагогическая деятельность В.И. Сифорова, прерванная в связи с переездом в Москву: он избирается заведующим кафедрой радиоприемных устройств Московского энергетического института (МЭИ). Заведующим этой кафедрой Владимир Иванович проработал 30 лет. При этом педагогическая деятельность В.И. Сифорова не ограничивалась стенами МЭИ. Много труда и сил отдал он подготовке научных кадров в Академии наук СССР, МВ и ССО СССР, в НИИ и промышленности. В.И. Сифоровым подготовлена многочисленная плеяда научных работников; среди его учеников более 60 кандидатов и докторов наук.

В 1966 г. В.И. Сифоров был назначен директором Института проблем передачи информации (ИППИ) АН СССР. На этом посту он проработал до 85-летнего возраста, но и позже оставался советником при дирекции ИППИ. Будучи директором ИППИ, В.И. Сифоров расширил круг своих исследований, обратив внимание на вопросы философии естествознания. Как выразился сам Владимир Иванович, он «*вошел в философию со стороны точных наук*». В его трудах рассматривались философские вопросы, возникающие при решении конкретных научных и технических задач, вопросы взаимодействия философии и точных наук и роли философии в системе наук. В эти годы им был получен ряд интересных результатов по различным аспектам науковедения и прогнозирования научно-технического развития.

Большое значение В.И. Сифоров уделял разработке научно-обоснованной терминологии в области радиоэлектроники. В 1960–1962 гг. под его руководством был подготовлен и выпущен сборник, содержащий основные термины в области теории надёжности вместе с их определениями, а в 1982 г. был выпущен терминологический словарь, в котором более 200 терминов в области теории информации были систематизированы по разделам: информация и её мера; сообщения, сигналы и каналы; помехи и помехоустойчивость; коды и декодирование; модуляция и приём. Эти сборники и сегодня дают терминологическую базу для научных трудов в области теории надёжности и теории связи, издаваемых на русском языке. С 1970 по 1989 г. член-корреспондент В.И. Сифоров был председателем Комитета научно-технической терминологии АН СССР, возглавлял терминологическую работу в нашей стране.

Деятельность выдающегося ученого и педагога В.И. Сифорова чрезвычайно многогранна. В Академии наук СССР он был членом национального комитета СССР по автоматическому управлению, членом Советского национального комитета Международного радионаучного союза при Отделении общей физики и астрономии и

ряда других. Владимир Иванович Сифоров активно участвовал в международной работе и был одним из наиболее известных за рубежом отечественных учёных. Он неоднократно представлял достижения отечественной науки. Так, в 1948 г. В.И. Сифорову было поручено разработать и представить на Международной конференции по планированию высокочастотного радиовещания в Мексике советские предложения: «Научно-технические принципы проекта советского плана распределения радиоволн между странами мира для высокочастотного вещания». В 1952 г. он участвовал в работе Исследовательской комиссии по распространению радиоволн и телевидению Международного союза электросвязи (МСЭ) и Европейской радиовещательной конференции по телевидению (ТВ) и УКВ-ЧМ вещанию в Стокгольме.

Владимир Иванович Сифоров проявил себя не только как крупный ученый, но и как прекрасный просветитель, популяризатор научных достижений в разных областях знания. Обладая высокой культурой, он понимал роль истории техники в образовании специалистов и постоянно уделял внимание освещению этой тематики. Во многих массовых изданиях появлялись его статьи, популяризирующие новейшие научные достижения. Автору этих строк довелось быть свидетелем того, как на учебных практикумах по радиоэлектронике в ленинградском университете старшеклассники из физико-математических школ буквально зачитывались энциклопедическим популярным изданием «Электроника: прошлое, настоящее, будущее», вышедшим в свет в 1980 г. в переводе с английского под редакцией члена-корреспондента АН СССР В.А. Сифорова

Сам В.И. Сифоров внёс существенный вклад в освещение истории отечественной науки, написав обстоятельные работы по истории развития радиоприёмной техники, опубликованные в его книге «Радиоприёмные устройства» и в сборниках «60 лет радио» и «70 лет радио». Член-корреспондент В.И. Сифоров был председателем редакционной коллегии по выпуску фундаментального трехтомного исторического труда «Радиоэлектроника в её историческом развитии», который был выпущен в 1985 – 1990 гг. Институтом истории естествознания и техники АН СССР. Он регулярно выступал с многочисленными докладами, проводил беседы по широкому спектру разнообразных вопросов науки, техники, социологии, философии перед разными аудиториями. Общее число опубликованных В.И. Сифоровым научно-популярных работ достигает нескольких сотен (он публиковался в центральных изданиях – от «Известий» до «Пионерской правды», в популярных журналах «Радио», «Знание – сила», «Природа» и многих других, а также в зарубежных изданиях).

Много времени уделял Владимир Иванович Сифоров общественной работе. Он писал: *«Я всегда считал, что эта работа крайне необходима для ускорения развития нашей страны. Кроме того, выполнение общественной работы отвечало моей внутренней потребности делиться с людьми своими мыслями, суждениями, опытом и знаниями»*. Сифоров В.И. избирался депутатом райсовета в ленинградский период своей деятельности, членом райкома КПСС – в московский, был членом Президиума Всесоюзного совета научно-технических обществ СССР и членом Центрального комитета профсоюза работников связи, активно работал во Всесоюзном обществе «Знание», в Комитете по Ленинским и Государственным премиям в области науки и техники при Совете Министров СССР, в составе разных комиссий, советов, редколлегий нескольких журналов. В.И. Сифоров был главным редактором журнала «Проблемы передачи информации» и членом редколлегии журнала «Электросвязь».

Значительна роль Владимира Ивановича в укреплении международных научных связей. Международная деятельность В.И. Сифорова получила признание и за рубежом: в 1967 г. он был избран действительным членом Американского института электро- и радиоинженеров (ИЕЭЕ), в 1973 г. – Почетным членом Венгерской академии наук.

Особое место в общественной деятельности Сифорова занимает НТОРЭС имени А.С. Попова. В 1954 г., по представлению академика А.И. Берга, В.И. Сифоров был

избран председателем Центрального правления НТОРЭС, и на этом посту Владимир Иванович проработал 33 года, оставшись Почетным председателем Общества.

Родина отметила титанический труд члена-корреспондента АН СССР В.И. Сифорова по укреплению обороноспособности страны и подготовке высококвалифицированных научных кадров двумя орденами Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденами Красной Звезды, Отечественной войны второй степени, «Знак Почета», многими медалями. За выдающиеся заслуги в развитии радиоэлектроники Академия наук СССР наградила его в 1989 г. Большой Золотой медалью имени А.С. Попова.

Владимир Иванович Сифоров горячо любил свою Родину, был скромным, отзывчивым и глубоко порядочным человеком. По воспоминаниям профессора Л.И. Филиппова: *«...как человек он был добродушен, мягок и не умел отказывать. У него не было врагов или недоброжелателей. В любом спорном деле он мог находить правильные утверждения с обеих сторон и, таким образом, их «диалектически» примирять. Он любил живопись и музыку. Сам играл на фортепиано».*

В трудное время (1935–1953 гг.) Владимир Иванович Сифоров не раз проявлял преданность и сочувствие к своим товарищам, оказавшимся в тяжелейших условиях. После ареста А.И. Берга В.И. Сифоров оказывал поддержку его семье, что в те времена было небезопасно; оказывал поддержку В.И. Сифоров в аналогичной ситуации и своему сотруднику и ученику по ЛЭТИ и по работе в ЦРЛ А.П. Сиверсу. Сохранились свидетельства, когда, после возвращения из тюрьмы, А.И. Берг при встрече с В.И. Сифоровым сказал ему: *«Володька, такие вещи не забываются».* Глубокую дружбу два больших ученых сохранили до конца жизни. Свой жизненный путь В.И. Сифоров закончил в 1993 г.*

* * *

* Многие факты биографии В.И. Сифорова, приводимые в этом очерке, почерпнуты из его воспоминаний и публикаций о нем его сослуживца и друга И.В. Комарова.

О ВИКТОРЕ ИЛЬИЧЕ ВАРШАВСКОМ

*«– Какая польза от вашего нового изобретения?
– А какая польза от новорожденного младенца?»*

Бенджамин Франклин

Краткое введение

Мне выпала честь написать в данный сборник о Викторе Ильиче Варшавском. Уверен, что я завоевал это право многолетней дружбой и совместной работой с ним. Для краткости запанибратски буду называть Варшавского Виктором. Мы познакомились и подружились в далеком 1958 г. во время моей преддипломной практики. Виктор стал руководителем моего диплома. Через несколько лет мы уже были коллегами. Большую часть моей научной и преподавательской карьеры Виктор был моим шефом.

Рука не поднимается писать о Викторе чисто деловой прозой, как принято в солидных академических изданиях. О нем нужно было бы писать книги! Важна не только скупая информация о публикациях видного ученого и экстраординарного инженера, но и штрихи, позволяющие раскрыть эту удивительно привлекательную личность. Недавно в интернете я обнаружил штамп – «обаятельный ученый». Очевидно, прототипом такого ученого и чудака стал профессор Полежаев в исполнении Н.К. Черкасова в фильме «Депутат Балтики». Виктор с полным основанием мог быть назван обаятельным ученым, хотя чудаком он явно не был. Его очень ценили друзья и коллеги. Он был всеобщим любимцем.

Корни

Обычно в очерках о жизни замечательных людей дается краткая информация об их родителях, об их влиянии на образование и формировании взглядов героев. Глупо отступать от этой традиции, но мне хочется начать не с отца и матери, а копнуть чуть глубже.

Дед Виктора по отцовской линии, Иосиф Варшавский, получил образование в Цюрихе. Он был блестящим инженером. Я видел его чертежи, выполненные в аксонометрии цветной тушью. Кстати, эту технологию он использовал по возвращении из эвакуации в Ленинград, выполняя многочисленные заказы по восстановлению теплосетей, документация на которые была сожжена в «буржуйках» во время ленинградской блокады. Последние годы жизни дед преподавал в инженерно-артиллерийской академии.

Дед по материнской линии, А.М. Краснощеков, был революционером.

Приведу здесь цитату из Большой советской энциклопедии:

«Краснощёков Александр Михайлович (1880–26.11.1937), советский государственный и партийный деятель, один из руководителей борьбы за установление Советской власти на Дальнем Востоке. Член Коммунистической партии с августа 1917. Родился в г. Черныбель, ныне Киевской области, в семье приказчика. Окончил в 1912 высшее

учебное заведение в Чикаго. В социал-демократическом движении с 1896. Партийную работу вёл в Киеве, Николаеве, Полтаве, Екатеринославе. В 1902 эмигрировал в США. Член Американской социалистической партии. Летом 1917 вернулся в Россию, был членом Владивостокского совета, председателем Никольско-Уссурийского обкома партии, председателем Дальневосточного краевого исполкома Советов. В 1918 председатель Дальневосточного Совнаркома, руководитель штаба Дальневосточной армии. В 1919 в Сибири на подпольной партийной работе. В 1920-21 член Дальбюро ЦК РКП (б) и Дальбюро РКП (б), председатель правительства и министр иностранных дел Дальневосточной республики. В 1921–22 заместитель наркома финансов РСФСР. С 1922 председатель правления Промбанка СССР, член президиума ВСНХ. С 1926 начальник Главного управления новых лубяных культур Наркомзема СССР».

Очевидно, указание даты смерти в силу самоочевидности позволило редакции опустить слова: репрессирован, расстрелян, посмертно реабилитирован. Не случайно, что в одном из рассказов писателя Ильи Варшавского судья-робот выносит следующий приговор: «Казнить и посмертно помиловать».

Отец Виктора – Илья Иосифович Варшавский (1909–1974) – родился в Киеве. Окончил Высшее мореходное училище имени С.О. Макарова в Ленинграде. Плавал судовым механиком. Работал инженером-конструктором на заводе «Русский дизель». Судьба распорядилась таким образом, что, продолжая работать, он в 60-х гг. увлекся литературой и стал широко известным писателем-фантастом. Член Союза писателей с 1964 г. Работа и частые длительные командировки стали мешать его литературному труду, и он оригинальным образом «отвертелся» от них, написав докладную директору завода, в которой просил в связи с состоянием здоровья заменить полеты на Дальний Восток поездками в поездах, дающими возможность уделить больше времени литературному творчеству.

Мать Виктора – Луэлла Александровна (1910–2002) – дочь Краснощекова. Луэлла Александровна родилась в Чикаго и была наречена несколько странным для нас именем, трансформированным в житейское «Люля». Пока отец занимался революцией в Новом свете и, впоследствии в России, Люля воспитывалась в семье Бриков. По специальности она была ветеринаром. Но когда я познакомился с семьей Варшавских, она занимала ответственный пост домохозяйки. Мне довелось как-то побывать в городке Маяковский под Кутаиси в Грузии, где рядом с весьма скромным домиком, почти хижинкой, в семье лесника родился Маяковский. Рядом воздвигнут внушительный музей поэта с громадным числом экспонатов. На одной из фотографий была запечатлена красавица Люля, о чем свидетельствовала подпись. Под другой фотографией Люли было обозначено: «Неизвестная». Я обратился к директору музея и раскрыл инкогнито. Он обещал пригласить Люлю в гости. Было ли это приглашение реализовано – не знаю.

Виктор Ильич Варшавский родился в Ленинграде 23 февраля 1933 г., в день Красной Армии. Смею утверждать, что его бойцовский характер был не только генетически запрограммирован, но и астрологически подтвержден «правильной» датой рождения. И его научно-инженерная жилка тоже передалась по наследству.

Помните известный барельеф, где Маркс, Энгельс, Ленин и Сталин изображены в профиль? Воспользовавшись этим мотивом, четыре представителя династии Варшавских – дед, отец, Витя и его сын Мишка – как-то сфотографировались вместе. Антропологически представители династии были идентичны. Литературное дарование Виктора, видимо, передалось ему по обеим линиям (кстати, известная переводчица с английского и немецкого Рита Ковалева-Райт – тоже его родственница).

Знаменательные вехи жизни В.И. Варшавского

(формальное перечисление)

- Ленинградский институт точной механики и оптики. Инженер по специальности «Приборы управления стрельбой» – 1956 г.
- Научно-исследовательский институт Министерства судостроительной промышленности, Ленинград. Инженер, руководитель группы – 1956-1960 гг.
- Академия наук СССР, Ленинград. Научный сотрудник, затем зав. Отделом – 1960-1980 гг.
- Ленинградский институт авиационного приборостроения. Кандидат технических наук по специальности «Техническая кибернетика» – 1962 г.
- Институт проблем управления АН СССР. Доктор технических наук – 1970 г.
- Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ). Профессор кафедры вычислительной техники и затем кафедры математического обеспечения ЭВМ – 1975–1993 гг. (В 1993 г. в московских издательствах «Наука» и «Энергия» вышли в свет две книги В.И. Варшавского: «Коллективное поведение автоматов» и «Однородные структуры. Анализ. Синтез. Поведение». Вторая книга была написана в соавторстве с Мараховским В.Б., Песчанским В.А. и Розенблюмом Л.Я.)
- Научно-исследовательский кооператив «Трасса», (Ленинград – С.-Петербург). Директор по научно-исследовательской работе – 1988–1993 гг.
- Золотая медаль ВДНХ за лучший проект по микроэлектронике – 1988 г.
- Победитель конкурса на лучший доклад на международном симпозиуме ICSC/IFAC по вычислениям на нейронных сетях, проводимом компанией «Сименс», Вена – 1998 г.
- Университет Айдзу-Вакамацу, Япония. Профессор, заведующий лабораторией проектирования компьютерной логики – 1993–2000 гг.
- Технологии нейронных сетей, Бней-Брак, Израиль. Заведующий отделом логического управления – 2002–2003 гг.
- Компания Advanced Logic Design при Каназавском Университете в Японии. Научный руководитель – 2003–2005 гг.
- Автор 8 книг, более 150 научных статей и отчетов, более 120 авторских свидетельств СССР, 9 заявок на патенты Японии.
- С 1965 г. – член Комиссии по теории релейных устройств и конечных автоматов при Научном совете по Комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, с 1985 г. – член Совета Академии Наук СССР по искусственному интеллекту, с 1990 г. – член ACM (Association For Computing Machinery).
- Награжден Почетным знаком «Изобретатель СССР».
- Научный руководитель более 15 проектов в следующих областях: пороговая и мажоритарная логика, логическое проектирование, однородные структуры, проектирование сверхбольших электронных чипов, проектирование встроенных устройств и специальных контроллеров, архитектура систем, проектирование асинхронных устройств, аппаратная поддержка асинхронных процессов и управление координацией дискретных событий, нейронные сети и нечеткая логика, построение надежных вычислительных устройств.

Место В.И. Варшавского в науке

Поэт Лонгфелло как-то заметил: *«Мы оцениваем самих себя по ощущениям того, на что мы способны, тогда как другие судят о нас по тому, что мы сделали»*. Наш коллега по ЛОЦЭМИ АН СССР Л.А. Оганесян однажды сказал, что ученые бывают двух типов – «лужи» и «колодцы», имея в виду, что первые ползают по поверхности

разрабатываемой темы, а вторые копают глубоко. Варшавский останется известным тем, что он, затронув разнообразные области, «вырыл», по крайней мере, четыре глубоких колодца.

Колодец номер 1. Виктор Ильич был пионером в пороговой логике. В этой области он получил основополагающие результаты, которые были несколько «смазаны» его не слишком значительной с инженерной точки зрения ошибкой. Он неосторожно «залез» в чужую область, асимптотических оценок сложности схем, и сформулировал теорему, согласно которой любая булева функция n переменных может быть реализована схемой из $n+1$ пороговых элементов. Фактически было доказано, что это справедливо только для монотонных функций. Ошибка дорого стоила автору, но, закусив удила, Виктор со своими учениками (Б.Л. Овсиевичем, И.Н. Боголюбовым и мною) с успехом занялись трехзначной пороговой логикой и одновременно мажоритарной логикой (двухзначной и трехзначной), где были получены весьма серьезные результаты. Сюда же можно отнести занятия нейронными сетями, к которым Виктор Ильич вернулся в последние годы.

Колодец номер 2. Исследования по коллективному поведению автоматов послужили основой второй докторской диссертации Виктора Ильича (первая была «зарублена» ВАКом). Его книга на эту тему знаменовала оформление новой многообещающей области информатики и искусственного интеллекта. Им были разработаны не только вопросы общих закономерностей целесообразного поведения отдельных автоматов, но и проблемы оценки эффективности поведения коллектива автоматов, управления сложными системами, соотношения категорий централизованного и децентрализованного управления с учётом роста сложности систем. Мне кажется, что в последнее время близкие к коллективному поведению автоматов идеи прослеживаются в работах лауреатов Нобелевской премии в области экономики. Вырос также интерес и к поведению стохастических автоматов с переменной структурой. Много позже Виктор Ильич вместе с Д.А. Поспеловым опубликовали книгу по принципам организации децентрализованного управления сложными системами (в популярном изложении).¹

Колодец номер 3. Работая над теорией однородных структур (цепочек и сетей из однотипных элементов с регулярными связями), Виктор (вместе с В.А. Песчанским и В.Б. Мараховским) включился в решение так называемой задачи Дж. Майхила о синхронизации цепи стрелков, носящей почти спортивный характер. Им удалось до минимума сократить сложность реализации (число состояний автомата). Далее последовали решение задачи голосования и обобщение тематики, предложенное в книге 1973 г.

Колодец номер 4. Речь будет идти о лебединой песне В.И. Варшавского в области, которую нынче стали называть «асинхроникой». Разрешите мне остановиться на этой тематике подробнее.

Он довольно неожиданно (см. ниже) переключился на новую малоисследованную тогда область – создание асинхронных электронных устройств и систем, в которых не используются «часы». Такие системы обладают рядом полезных свойств, а методы их построения были неизвестны. Виктор Ильич явился пионером этого направления, что безоговорочно признано в «асинхронном сообществе» за рубежом.

По-видимому, асинхроника проистекает из основополагающей работы Д. Хаффмена (1954), который предложил модель асинхронного конечного автомата. Его труд вызвал к жизни тысячи работ, посвященных противоголочному кодированию автоматов и расширениям модели. Между тем, все известные модели асинхронных автоматов базируются на допущении, что инициатором перехода автомата в следующее состояние является изменение входного символа, а новый входной символ может быть подан лишь после завершения переходных процессов предыдущего такта. В против-

¹ Варшавский В.И., Поспелов Д.А. Оркестр играет без дирижера. М.: Наука, 1984.

ном случае будут иметь место сбои. Другим существенным ограничением моделей хаффменовского типа являются жесткая дисциплина смены входных сигналов, ужесточающая механизм взаимодействия автомата с внешней средой (обычно – соседние переходы). Это ограничение ставило под вопрос возможность композиции асинхронных автоматов и, в конце концов, стало тормозом на пути широкого практического использования подхода. Неясным оставался также вопрос, как избежать последствий нестабильности элементов, реализующих автоматы.

Знаменательным для следующей фазы асинхронной науки надо признать 1959 г., когда Д.Е. Маллер и У.С. Бартки опубликовали отчет, в котором впервые предложили подход, связанный со схемами, не зависящими в своем поведении от задержек элементов. Сейчас такие схемы чаще называют асинхронными или самосинхронными (*speed-independent, quasi delay insensitive, or self-timed*). Р.Е. Миллер во втором томе своей книги пытался привлечь внимание к маллеровскому подходу, но особого успеха не добился. Чрезмерное увлечение формалистикой в этом подходе оттолкнуло практиков, не увидевших изящных схемных решений. Неудачей окончилась и попытка Маллера воплотить свои идеи в рамках проекта ILLIAC II, по-видимому, из-за недостаточно высокого уровня технологической базы того времени и слабой проработки схемотехники базовых узлов.

В начале 1970-х гг. В.И. Варшавский по счастливому стечению обстоятельств пытался вместе с одним из своих аспирантов разобраться, казалось бы, в тривиальном вопросе: как формально синтезировать схему асинхронного триггера, известного как гарвардский триггер. Странно, но тогда они сделать этого не смогли (это произошло несколько позже). В то время Варшавский, его коллеги и ученики не имели абсолютно никакого представления о работах, инициированных Маллером. Единственным выходом из затруднения для В.И. Варшавского было переключение на изобретательство, что часто помогало ему в жизни. Его неимоверно развитая инженерная интуиция была тем волшебным паровозиком, который толкал Варшавского к теоретическому осмыслению решаемых задач.

Покрыв сотни листов бумаги схемами, кубами (которые он любил использовать для представления и минимизации булевых функций) и формулами, Виктор Варшавский самостоятельно пришел к мысли о необходимости расщепления входных последовательностей на две фазы – активную (рабочую) и неактивную (спейсер), так как при этом все переходы в последовательностях становятся монотонными. Он предложил конструкцию простейшего триггера с индикацией моментов окончания переходных процессов, названную триггероидом, который работает независимо от реальных задержек его элементов. Триггероид неспособен хранить записанную в него информацию при некоторых значениях входов, но в совокупности с двумя дополнительными триггероидами (без индикаторов) его использование решало задачу создания самосинхронного счетного триггера.

В.И. Варшавский продолжал развивать свою идею и инициировал тотальный поиск литературы по асинхронике, в который погрузились все члены его команды. К 1975 г. был сделан не только скрупулезный анализ результатов западных ученых, но и развит общий подход к построению самосинхронных схем и устройств, интегрирующий все известные результаты. Практически были созданы основы общей теории самосинхронизации, интегрирующей известные фрагментарные подходы. В 1976 г. в московском издательстве «Наука» под редакцией Виктора Ильича вышла в свет книга «Апериодические автоматы». Это была первая книга на русском языке, в которой систематически излагались проблемы и решения в области самосинхронизации. Это издание в то время на Западе не было замечено, да этого и трудно было бы ожидать, поскольку еще не существовало ни асинхронного сообщества как такового, ни перевода книги на английский язык.

На фоне некоторого застоя в теории автоматов в 1960-е гг. появилась и стала интенсивно развиваться новая научная дисциплина – теория сетей Петри. Развитие этой теории было относительно самостоятельным, но фактически не было автономным. Скорее всего, она должна рассматриваться как ветвь общей теории автоматов, которая занимается ранее неисследованную нишу между конечными автоматами и машинами Тьюринга. Подавляющая часть работ по сетям Петри «обслуживает» проблематику общей теории систем и параллельного программирования. Тем не менее, идейная сторона вопросов, связанных с выделением подкласса живых и безопасных сетей Петри и их исследованием, весьма близка к проблемам самосинхронизации. В книге 1976 г. была продемонстрирована возможность прямой трансляции сети Петри из указанного подкласса в асинхронную схему в обход процедуры противогоночного кодирования состояний автомата.

Дальнейшие исследования нашей команды в области управления асинхронными процессами нашли отражение во второй книге, законченной в 1984 г. и изданной в 1986 г. под несколько скучным названием «Автоматное управление асинхронными процессами в ЭВМ и дискретных системах», навязанным редакцией. В 1990 г. ее перевод на английский стал доступен асинхронному сообществу, явившись предметом детального изучения в научных группах двух ведущих в области вычислительной техники университетов мира – в Беркли и Стэнфорде.²

В 1987 г. в Хельсинском технологическом университете был опубликован цикл лекций Варшавского, прочитанных им в 1982-1983 гг. К сожалению, это издание малодоступно.³ Увидевшая свет в 1994 г. последняя книга с участием Варшавского ориентирована на формальные модели описания, проверки и синтеза управляющих асинхронных устройств.⁴ Разработанные авторами идеи нашли применение в системе FORCAGE, предназначенной для автоматизированного проектирования (анализа и синтеза) самосинхронных схем.

В.И. Варшавский внес фундаментальный вклад во многие направления асинхронники. Многие его результаты приоритетны. Нам представляется разумным обратить внимание научного сообщества на вклад Варшавского и предупредить, что терминология, использованная в первоисточниках, часто отличается от современной. Одна из причин этого состоит в применении разных языков, а другая – в желании многих авторов использовать собственную терминологию для того, чтобы почувствовать себя первооткрывателями.

Перечислим важнейшие результаты деятельности Варшавского в асинхронике:

- самосинхронная реализация комбинационных логических схем и конечных автоматов (парафазная и запрос-ответная с встроенными индикаторами) – 1976 г.;
- прямая трансляция управляющих спецификаций (типа параллельных асинхронных блок-схем алгоритмов и сетей Петри) в асинхронные схемы управления – 1976 г.;
- работы по самосинхронным кодам и реализации кодов в изменениях – 1981 г.;
- самосинхронные интерфейсы, использующие двух- и трехстабильные линии с избыточным кодированием или временную избыточность – 1981–1988 гг.;
- надежные самотестируемые и саморемонтируемые архитектуры – 1982–1986 гг.;
- конструктивное доказательство функциональной полноты двухвходовых элементов в классе полумодулярных схем – 1981–1986 гг.;

² Self-Timed Control of Concurrent Processes: The Design of Aperiodic Logical Circuits in Computers and Discrete Systems. V.I. Varshavsky, Ed. Kluwer Academic Publishers, 1990, p. 408.

³ Varshavsky V.I. Hardware Support of Parallel Asynchronous Processes. Helsinki, Finland: Digital Systems Laboratory. University of Technology. Series A: Research Report #2, 1987.

⁴ Kishinevsky M., Kondratyev A., Taubin A., Varshavsky V. Concurrent Hardware. The Theory and Practice of Self-timed Design. J. Wiley, 1994, p.368.

- десинхронизация синхронных реализаций посредством замены синхронных часов асинхронным управляющим автоматом для улучшения временных свойств схем – 1994–1998 гг.;
- асинхронные реализации FIFO-структур и схем памяти – 1988–1993 гг.;
- проектирование асинхронных схем на основе квантовых устройств (квантовых точек, одноэлектронных транзисторов) – 1995–1996 гг.;
- инициация работ по программной поддержке методов проектирования (синтеза и верификации) асинхронных схем – 1988 г.;
- схемы, нечувствительные к задержкам в транзисторах и проводах – 1987 г.;
- проектирование конвейерного управления и конвейерных схем с разной плотностью заполнения информацией (неплотных, полуплотных и плотных) – 1979–1986 гг.;
- мостиковые транзисторные реализации (в том числе двух- и трехвходовых С-элементов) – 1988 г.

Микроэлектронный кузнец

Эта рубрика никоим образом не отражает всего, что было сделано В.И. Варшавским в области «железа», то есть устройств и приборов, которые можно пощупать руками. Она ограничена 1988 г., когда наши пути разошлись, хотя контакты никогда не прерывались.

Виктор в некотором смысле был бессребреником от науки. Он не занимался саморекламой, считая, что и так широко известен, а его результаты работают на него. Но подспудно инженерная душа и изобретательская жилка толкали его на разработку трудоемких проектов, связанных с «железом». Это отнимало кучу времени, которое он мог бы посвятить решению более кардинальных проблем. Более того, работа на «железку» практически лишала его сотрудников возможности сконцентрироваться на реализации их собственных намерений. Им, как и шефу-трудоголику, приходилось работать, не покладая рук, почти что в режиме «шарашки». Впрочем, авторитет шефа и особенно его манера чуть ли не каждый божий день «озадачивать» членов команды новыми, чаще всего очень заманчивыми, задачками и целыми проблемами, не вызвали шумных протестов и заговоров, а развивали эрудицию и квалификацию исполнителей идей шефа.

Виктор начал свою трудовую карьеру в ленинградском НИИ – почтовом ящике, позже известном как «Азимут» и «Электроприбор». Его первая (закрытая) публикация была посвящена системам счисления с отрицательными основаниями. Наверное, это была его первая и последняя работа, не связанная с практическими проблемами.

Неистребимое желание В.И. Варшавского сделать что-нибудь «железное» я познал чуть ли не на следующий день после знакомства с ним – руководителем моего диплома. Я немедленно начал «шить» – обматывать крохотные ферритовые сердечники с прямоугольной петлей гистерезиса – и паять схемы, позволяющие моделировать пороговые элементы и сети из них. Виктор внимательно следил за моими успехами, время от времени взбираясь на осциллограф ИО-4. Этот солидный аппарат тогда и позже служил ему трибуной, пока морально не устарел. Впрочем, однажды произошло короткое замыкание, грозившее взрывом аккумуляторной батареи, используемой в качестве источника питания, и Виктор спрыгнул со своей трибуны и оборвал горящие провода, получив при этом ожог.

Параллельно с занятиями пороговой логикой Виктор с членами своей группы работал первый в своей жизни компьютер. В качестве элементной базы были выбраны лампы с холодным катодом, наверное, потому, что на складе валялось много коробок с этими лампами, до этого используемых только для елочных гирлянд. При первом включении машины в сеть произошло чудо – на большом табло появилось запрограм-

мированное слово, приведшее в полный восторг всех разработчиков и зрителей. По разным обстоятельствам продолжить работу с машиной не удалось.

Следующим детищем молодого Варшавского стал прибор управления стрельбой глубинными бомбами. По завершении участники проекта были командированы на полигон в Подмоскowie. Испытание носило трагикомический характер. Военпред попался весьма скрупулезный. Он требовал точного соблюдения тактико-технических данных. Более того, ему зачем-то понадобилось определить скорость выхода снаряда из канала ствола, для чего на дуле пушки было навешено перекрестие, разрыв которого фиксировал момент выхода. Военпред вплотную подошел к стволу и поправил перекрестие, но при этом нештатно загорелся сигнал «Старт». Выдавший виды офицер смертельно побледнел, рывком бросил свое тело в грязь и на четвереньках пополз подальше от ожидаемой траектории. Бомба не вышла. Пострадавший вернулся на исходную позицию, выматерился и спросил, есть ли в наличии спирт. Залпом выпив протянутый стакан, военпред еще раз высказался и подписал акт приемки.

Наиболее перспективным проектом «ящика» было «Созвездие». Главным конструктором этого проекта был кандидат наук Т.Я. Ходоров, талантливый инженер и бывший паровозный машинист, который создал некий уродливый симбиоз аналоговой и дискретной техники. Назначение этого весьма дорогостоящего сооружения было в том, чтобы подводная лодка могла определить («счислить») свои координаты в океане. Для этого лодка должна опуститься на дно и заглушить дизели, чтобы вражеские эхолоты не могли обнаружить ее, дожидаться глубокой ночи, всплыть, выставить перископ, навести его на наперед заданную звезду, и затем вновь опуститься на дно. Полученные данные затем вводились в машину, которая выдавала искомые координаты по определенному алгоритму. Я описываю подробности не для того, чтобы пролить свет на никому не нужные древние секреты, а чтобы подчеркнуть, что для вычислений была уйма времени, и от машины не требовалось особенного быстрогодействия.

Поразмыслив, В.И. Варшавский понял, что бывшее в самом разгаре широкое внедрение системы «Созвездие» на флоте – это пустая трата денег. И написал рацпредложение, предложив использовать для вычислений электромеханический калькулятор «мерседес» и таблицы, положенные в основу алгоритма.

Разгорелся жуткий скандал, кончившийся тем, что Варшавского вместе с генеральным директором В.М. Грибовым и главным инженером С.Ф. Фармаковским вызвали на ковер министра судостроительной промышленности Б.Е. Бутомы, где устроили полный разнос с угрозами отобрать у всего руководства института партбилеты. Но неубиенный аргумент – *«А как иначе перевести институт на рельсы современной вычислительной техники?»* – позволил им выжить.

Беспартийный Виктор, естественно, не получил никакого вознаграждения. Напротив, его отправили в Севастополь ответственным сдатчиком этой самой системы. В его обязанности входили настройка и ремонт, а также оценка ее работы на ходовых испытаниях. Ссылка заняла несколько месяцев, потому что надо было наладить конвейер по отправке в Питер неисправных блоков и замене их исправными. (Кстати, я в то время работал старшим мастером цеха, производившего и ремонтирующего эти самые блоки).

По приезде Виктор уволился из ящика и поступил на работу в ВЦ ЛОМИ АН СССР, а я, некоторое время работая в цехе при том же НИИ, продолжал разрабатывать физическую модель нейрона, звучно названную «ферристором». В ВЦ несколько сотрудников паяли такие «нейроны» на большой плате. Виктор пытался с помощью экспериментов уяснить принципы поведения нейронных сетей.

Следующий этап знаменовал очередное увлечение Варшавского, навеянное отчасти его студенческими высокими спортивными достижениями на ковре (классическая и вольная борьба), но в большей степени – его романтическими отношениями с

Натальей, будущей его второй женой. Она училась в Москве (МЭИ) и была членом сборной «Буревестника» по велосипеду, тренером которой был заслуженный мастер спорта Ростислав Варгашкин. Тренер исповедовал метод экстенсивных тренировок на треке, считая необходимым поддерживать пульс велосипедиста на уровне 200 ударов в минуту. Превышение пульса грозило неприятностями, так что Варгашкин, познакомившись с Виктором, просил сделать для него устройство дистанционного контроля пульса. Аналогичные разработки Института космической медицины нам не подходили: устройство должно было быть компактным и фильтровать помехи от тряски датчика, закрепляемого на мочке уха велосипедиста. В результате искомое устройство, состоявшее из электронного блока, смонтированного в деревянном ящичке из-под вольтметра, и радиоприемника «Спидола», было испытано на Симферопольском треке. Но Наталья, переехав в Ленинград и продолжив свое обучение в ЛЭТИ, «завязала» с велосипедом, так что контакты с Варгашкиным постепенно затухли.

Ничем не закончились и наше участие в минимизации релейного компьютера, разработанного под руководством А.М. Заездного в Институте связи имени Бонч-Бруевича.

Занятия пороговой и мажоритарной логикой привели к контакту с институтом а/я 233, для которого мы разработали машину на парах Гото – магнитных элементах с параметрическим резонансом. Но нас преследовал злой рок – машина не пошла в серию.

Эта и следующие попытки Варшавского «внедриться» (обратите внимание на это слово – оно предполагает что-то насильственное) в военно-промышленной комплекс (других вариантов просто не было) оказались, в конечном счете, неудачными. В некотором смысле стратегия нашего шефа была самоубийственной. Дело не только в том, что нам всем приходилось «вкалывать» на два фронта, т. е. сочетать научные исследования, написание отчетов, статей, заявок на изобретения, книг и т. п. с проектированием «железки». Вторая причина – полная бессмысленность разработок «на сторону» в условиях, мягко сказать, странностей финансовой системы АН СССР. Заключив контракт со сторонней организацией на определенную сумму, мы на следующий год должны были либо продолжить работу с тем же заказчиком или искать нового, потому что академический бюджет автоматически урезался на сумму хоздоговора. Но, получая скромную зарплату за наши академические достижения, мы под водительством нашего шефа безуспешно пытались сломать «внутренний» железный занавес, отделяющий науку от практики. Нельзя добавить «с упорством, достойным лучшего применения», потому что при общении с заказчиками находились новые задачи, приходили свежие идеи и рекрутировались кадры.

Продолжу рассказ про наши «железные игры». Следующим этапом была разработка бортового компьютера для самолетов. Компьютерное вооружение боевых самолетов страдало малой надежностью. Разработчики и ремонтные бригады разъезжали по аэродромам и базам всей страны, чтобы поддерживать компьютеры в относительном порядке. Мало того, что это требовало больших затрат, для обеспечения боевых заданий каждая эскадрилья (4 самолета) вынуждена была иметь в состоянии боевой готовности пятый на случай отказа какого-нибудь компьютера. Среднее время наработки на отказ не превышало 37 часов. Не помню, как были установлены контакты с УПЗ – Уфимским приборостроительным заводом имени В.И. Ленина Министерства авиационной промышленности, но мы под руководством Варшавского приступили к разработке надежного бортового компьютера. К его проектированию были подключены уфимцы, которые под научным руководством Виктора защитили кандидатские диссертации. В основу была положена идея глубокого трехканального резервирования с использованием мажоритарных элементов в качестве восстанавливающих органов, допускающих поканальную проверку при настройке. Не хочу останавливаться на тех-

нических деталях, а лишь скажу, что через два года машина не только была спроектирована, но прошла конструкторскую разработку на УПЗ и сборку, была затем испытана и отправлена на министерскую выставку в Москву. Машина по расчетам могла наработать на отказ 1500 часов, т. е. во много раз больше, чем стоявшая на вооружении. Министр П.В. Дементьев, увидев диковинный экспонат, спросил, почему компьютер не в плане министерства. Сопровождающий министра зам. начальника ленинградского КБ, бывшего главным институтом по бортовым машинам, спас будущее своей конторы, отговорившись тем, что в боевых самолетах для машины, якобы, нет свободного места. Позже до нас дошли слухи, что образец купили геологи, приспособив его для разведки нефти. Даже несмотря на то, что образец перед продажей несколько лет провалялся на складе, отказов зафиксировано не было. Слабое утешение!

Еще одна трудоемкая попытка – на этот раз внедрения самосинхронной схемотехники – была предпринята В.И. Варшавским в содружестве с В.И. Лазуткиным для ОКБ «Радуга». Она также закончилась ничем.

Следующий проект родился «из воздуха». Наслышавшись о «мастерской» Варшавского, к нам в командировку приехали специалисты подмосковной (конечно, закрытой) организации из Раменского. Они рассказали, что международные конвенции ужесточают требования к ширине воздушных коридоров, и отечественная компьютерная техника не соответствует этим требованиям. Выяснилось, что для удержания самолетов в коридоре используется следующий подход: измеряется высота объектов, над которыми самолет пролетает, и для счисления местоположения самолета производится сравнение с составленной заранее картой высот. Используемый корреляционно-экстремальный алгоритм требовал создания весьма быстродействующих компьютеров или даже системы из нескольких вычислителей. В течение нескольких дней алгоритм был сильно упрощен, и, почувствовав возможный успех, Варшавский решил заняться разработкой компьютера. На этот раз была использована традиционная схемотехника. Схемы были переданы заказчику, который сделал опытный образец. После исправления единичных ошибок он был испытан. Мы написали заявку на изобретение и отослали заказчику. Разработка вызвала фурор – все было сделано «от нуля» за невиданно короткий срок, практически без затрат. Ответственные «исполнители», не принявшие никакого участия в разработке, были существенно повышены в должностях, удостоены правительственных наград и премий. Едва улеглось ликование, как мы через первый отдел получили извещение о том, что проекту присвоена категория секретности, не позволяющая контактировать с академическим институтом. Очередная попытка канула в воду.

Однажды к нашему шефу снова пришли «ходоки», на этот раз от космонавтики. Планировался облет Луны. При выходе из тени Луны для возвращения аппарата на Землю требовалось попасть в квадрат размером 100×100 километров – очень высокая точность. Виктор согласился заключить договор, но, наученный горьким опытом, выставил жесткое условие – заказчик должен построить для всех семей разработчиков дом в загородной зоне. Не могу сказать, что мы приветствовали эти планы нашего босса – не очень что-то хотелось превратиться в «шарагу». К счастью, затея провалилась: такой способ оплаты услуг мог быть предоставлен только специальным распоряжением ЦК КПСС.

Наконец, следует упомянуть хоздоговоры, заключенные с только что созданным Институтом проблем информатики АН СССР (ИПИАН), директором которого стал академик Б.Н. Наумов. Целью было создание библиотеки базовых элементов самосинхронных схем. Разработка осталась лежать в академических отчетах.

Не только злой рок был причиной неудач. Инновационные разработки всегда вызывали недоверие традиционалистов. А в условиях партийного и бюрократического (министерского) контроля микроэлектроника буксовала на месте и как отрасль промыш-

ленности была полностью дисфункциональной. Последующие попытки Варшавского запустить асинхронику на зарубежную орбиту Великобритании, Финляндии, Японии, США, Израиля заставили обратить внимание на ранее неизвестные разработки его команды, но не привели к внедрению. Развитие технологии тогда и в еще большей степени теперь позволяют рынку обойтись традиционными схемотехническими решениями. Так что работы и подделки Варшавского признавались оригинальными и в академической среде оценивались весьма высоко, но на практике остались не востребованными.

Впрочем, время, не останавливающееся ни на минуту, как говорил коммунист Джанни Родари, возможно, когда-нибудь устроит переоценку ценностей и установит нерукотворный памятник недооцененному первопроходцу.

Виктор обладал уникальным инженерным даром. Как ему удавалось синтезировать изящные типовые схемы в стандартном базисе – такие, как триггеры, полусумматоры, автомат повторного вхождения, счетчики, буферные устройства и т. п., – загадка. Применение формальных методов в подавляющем большинстве случаев не позволяло воспроизвести оригинал даже при одинаковой начальной спецификации. Варшавского не интересовали «некрасивые» схемы – он оттачивал их до блеска. Во время посещения Советского Союза Нобелевский лауреат Поль Дирак прочел лекцию по философии физики, в ходе которой подошел к доске и написал: *«Физические законы должны быть математически красивыми и простыми»*. Ту же мысль он высказал ранее в одной из своих лекций в Принстоне: *«Вся моя жизнь – это написание красивых формул»*. Большая часть жизни В.И. Варшавского состояла в изобретении красивых схем. Эта сторона деятельности Виктора Ильича, наверное, являлась главной в его творчестве. Если внимательно проанализировать многие асинхронные блоки, нашедшие практическое применение, то в них при желании можно увидеть прототипы схем, изобретенных Варшавским.

Нельзя не отметить, что «железные игры» были для Варшавского глотком свежей воды в пустыне, неисчерпаемым источником серьезных и свежих научных идей.

Хобби В.И. Варшавского

Виктор Варшавский не был пуританином. Он любил жизнь во всех проявлениях. Он любил выпить с друзьями. Он обожал махать веником в банях и париться до потери пульса, чтобы потом испить холодного пивка. Он блистательно рассказывал анекдоты. Он любил шахматы. Не занимаясь ими серьезно, предпочитал блиц и часто доводил коллег до отчаяния, потому что любой разговор начинался и кончался десятком партий.

Некоторые его хобби вызывали удивление. Например, он любил кухарить. Хотя его репертуар был ограниченным – цыплята табака (на сборищах он с помощником мог за пару часов приготовить до 25 цыплят), бараньи ноги и мясо по-бургундски, но любимые им блюда он готовил отменно. Во время длительной командировки в Англии Виктор организовал «щи-парти», пригласив нескольких своих британских коллег и знакомых. Подготовку к этому мероприятию он начал задолго. С помощью заимствованных в химической лаборатории частей он собрал самогонный аппарат, восстановив в памяти уникальную конструкцию аппарата отца. Потом две недели настаивал брагу и гнал из нее самогон, купил в аптеке множество ингредиентов для очистки – активированный уголь, дубовую кору и прочее, – очистил самогон и сдобрил приправками. Затем Витя отправился к мяснику, попросив его отрубить говяжьё мастальжку. Удивленный странным заказом клиента, обладающего к тому же нераспознаваемым акцентом, мясник отвел покупателя в разделочную и отрубил просимый шмат. После этого он надолго задумался, стал что-то писать на бумаге и щелкать клавишами калькулятора прежде чем объявил цену, пытаясь вычислить вес кости, за которую британ-

ские бучеры деньги не берут. Сварив кислые щи накануне события, Витя выставил на стол продукт перегонки, щи и закуски – пару баночек черной икры. Успех превзошел все ожидания. Хмельные гости были в восторге от кулинарных талантов Виктора Варшавского. В конце приема к нему подошел незнакомый участник пиршества, приведенный кем-то из приглашенных, и сказал, что был приятно удивлен всем, что было выставлено на стол, но особенно поражен качеством напитка. *«Я знаю, что вы большой ученый»*, – сказал он. – *«Но если вы когда-нибудь решите сменить профессию, то я возьму вас на работу. Я президент широко известной фирмы по производству виски»*.

Виктор был ярким приверженцем научной фантастики. Он часто спорил со своим отцом, обладавшим исключительным писательским талантом, но этот жанр не любившим, называя его чушью. Однажды Виктор заявил: *«Да? А ты попробуй сам написать такую чушь!»* Было заключено пари на бутылку коньяка, и спустя два часа отец выиграл. Итак, Виктор был «повинен» в том, что он сделал своего отца писателем-фантастом. Немало не заботясь о своих лаврах на писательском поприще, а скорее из желания дать себе передышку от физически утомительного каждодневного изобретательства, сам Виктор в России написал записки о своем пребывании в Англии, а позже – два детектива. К сожалению, они не были опубликованы. Работая в Японии, Виктор жадно вбирал в себя впечатления о стране восходящего солнца, Австралии и других странах юго-восточной Азии. Работа и путешествия во время отпусков не позволяли перевести на бумагу эпизоды своей жизни. Лишь очутившись в Израиле, Виктор часть своего свободного времени начал уделять написанию мемуаров. По свидетельству его жены Натальи, они носили характер «потока сознания» и ни в коем случае не подчинялись хронологии. Много написать ему не удалось – он жаловался, что не может совмещать работу с писаниной. Неоконченные воспоминания Варшавского были выставлены в интернете.

Виктор проявлял недюжинную любовь к групповому и сольному пению при полном отсутствии музыкального слуха. Как человек самобытный, он предлагал свои собственные интерпретации, основанные не на мелодике, а скорее на рваном ритме. Его участие в хоровом исполнении всегда вызывало «катастрофические отказы» – солисполнители сначала начинали ошибаться, а потом и вовсе прекращали петь. Правда, Варшавского это не смущало.

Виктор всегда дымил, как паровоз, и в короткие промежутки времени, когда под прессингом своей жены Натальи пытался «завязать» с курением, постоянно сосал сигарету, засунутую в рот «нештатным» концом. Наверное, пагубная привычка сыграла не последнюю роль в том, что оборвалась его яркая жизнь, но работать без сигарет он вряд ли бы смог.

Варшавский обладал неистребимым чувством юмора. Память его друзей и коллег сохранила множество свидетельств сногшибательного юмора Виктора. Приведем несколько примеров.

В телепередаче «Три шага за горизонт», которую вел его отец, обсуждалась проблема бессмертия. Все участники были убеждены, что эту проблему человечество рано или поздно решит. Виктор настаивал на том, что ее вообще не нужно решать. Его последний аргумент, содержащий аполитичный намек: *«Представьте себе, что вашей кафедрой 100 лет заведует один и тот же человек»*, стоил бы редактору потери работы. Передача в эфир не вышла.

Летом 1991 г., незадолго до путча ГКЧП, на фуршете в гостинице «Прибалтийская» вице-президент крупной зарубежной фирмы доверительно сказал Виктору:

– Мы скептически относимся к инвестированию в научные исследования. За последнее время мы инвестировали 500 миллионов франков и получили нулевой результат.

– *Напрасно*, – парировал Ильич. – *Вы могли бы инвестировать в десять раз меньше в советскую науку и иметь тот же самый результат!*

Получив почетный знак «Изобретатель СССР», он моментально отреагировал на это событие, произнеся фразу: «*Оказывается, я изобрел СССР!*».

Анекдоты хлестали из него, как из пожарного брандспойта. Его розыгрыши, мгновенная реакция на происходящее, острые ремарки, убийственно меткие характеристики людей и событий вошли в научный фольклор. Он был незаменимым тамадой на банкетах, и многие его друзья, которые сами по себе были замечательными спичмейкерами, в его присутствии слегка снижали. Однажды мы послали одну за другой серию из четырех статей по мажоритарной логике в журнал «Известия АН СССР. Техническая кибернетика» и на третью статью получили отрицательный отзыв анонимного рецензента, основанную на мнении его аспирантов. Придя в раздраженное состояние, Виктор попросил меня написать в редакцию короткий ответ и настаивал, чтобы там были такие слова: «*Надо уметь подбирать аспирантов!*». Хотя стиль ответа вовсе не был академическим, редакция под его впечатлением подписала статью в печать. Она даже вышла в свет раньше второй статьи, из-за чего аспиранты рецензента, наверное, совсем утратили недоразвитую способность что-нибудь понять.

Всего не перечислить. Но, наверное, больше всего он любил свое дело. Книжки, статьи и изобретения, которые он оставил, я надеюсь, еще послужат людям.

Организаторская деятельность

В.И. Варшавский сыграл большую роль в становлении кибернетики и искусственного интеллекта в нашей стране.

Удивительной была способность Варшавского создавать команду единомышленников. Его окружение работало, как хорошо отлаженный механизм, который никогда не давал катастрофических сбоев, хотя отдельные зависания и тупики, конечно, случались. В.И. Варшавский никого не отпускал в автономное плавание – он выдавал задания, обсуждал возможные пути их решения и постоянно был в курсе их выполнения. Такой контроль не вызывал обычно отрицательных эмоций, так как осуществлялся он по-дружески. Матерые сотрудники, правда, иногда втихомолку роптали – у них были собственные идеи, но прессинг они считали нормальным, поскольку репутация босса была хорошей защитой от неприятных внешних воздействий.

На всех этапах своей жизни В.И. Варшавский не переставал учиться и учить. Во многом его мировоззрение сформировалось на зимних школах под Ленинградом, которые он сам создал в начале 1960-х гг. Ему удалось привлечь таких выдающихся ученых и мыслителей, работающих в разных областях науки, как М.Л. Цетлин, М.М. Бонгард, Л.И. Розноер, В.С. Гурфинкель, С.М. Осовец, Д.А. Поспелов, Я.А. Альтман и др. Эти школы более 10 лет питали мыслями и идеями всех своих участников, специализирующихся в области математики, биологии, теории автоматов, коллективного поведения, распознавания образов, вычислительной техники, передачи информации и смежных областях. В.И. Варшавский принимал активное участие в работе школы М.А. Гаврилова, общепризнанного пионера в области теории автоматов в СССР, который всегда активно поддерживал работы команды Виктора Ильича.

Возможность побывать и поработать за границей в условиях жизни за железным занавесом В.И. Варшавскому представлялась редко. Но иногда это все-таки удавалось. Иностранцы гости АН СССР, работающие в области теории автоматов, обязательно включали в программы своих поездок посещение лаборатории Варшавского. Ему принадлежит и инициатива объединения «могучей кучки» эстонских ученых. Ежегодные зимние совместные семинары с участием ленинградской команды были названы «встречами на Эльби» по имени местечка под Пярну, где они проводились. В.И. Варшавский был ключевой фигурой и в подготовке ядра эстонских национальных

кадров высшей квалификации в области теории автоматов и ее приложений. Можно упомянуть также множество постоянно действующих семинаров, которыми он руководил.

Виктор Ильич был экстраординарной фигурой и в общечеловеческом плане. У него было громадное количество друзей и знакомых, которые любили и глубоко уважали его. Профессор охотно поддерживал контакты и всегда был готов помочь советом или делом.

Никто и не пытался сосчитать число его аспирантов, защит, на которых он с блеском выступал в качестве оппонента, или статей и книг, которые он отрецензировал (часто – с сарказмом и сногшибательной критикой).

Виктор Ильич не был самовлюбленным человеком. Он, естественно, знал себе цену, но никогда не рвался к власти. Позиции профессора и заведующего лабораторией его вполне устраивали. Его призванием была работа, и он явно относился к разряду трудолюбивых. Того же он требовал и от своего окружения. Может показаться странным, но во многом интуитивный подбор кадров в подавляющем большинстве случаев не подводил его. Он не всегда с первого захода принимал результаты и мнения своих коллег и учеников. Его надо было сломить или, по крайней мере, выждать некоторое время. Возможно, это происходило оттого, что он беспрестанно генерировал новые и новые идеи, развитием которых хотел озадачить свое окружение.

В.И. Варшавский оставил множество последователей, которые развили его идеи и обогатили науку и практику новыми идеями и разработками. Если ранее они работали только в СССР и социалистических странах Восточной Европы, то к настоящему времени многие из них мигрировали в более дальние края и с честью влились в научное сообщество. Возможно, В.И. Варшавский наметил некоторые пути развития асинхронизации как любимого своего детища; это нашло отражение в идеях, связанных с построением схем, нечувствительных к задержкам как в транзисторах, так и проводках, а особенно в десинхронизации. 20–25 лет тому назад казалось, что асинхронизация должна вот-вот победить синхронный подход. Этого не произошло, наверное, потому, что рутинная компьютерная технология развивалась куда более быстрыми темпами, чем асинхронизация. Комбинация обоих подходов, возможно, станет в будущем реально продуктивной.

Вместо заключения

Один из поздних учеников Варшавского – Вадим Смоленский назвал его «кремниевым Моцартом» и так же озаглавил свои воспоминания о В.И. Варшавском. С неподдельным интересом прочитав их, я обратился к «Моцарту и Сальери» Пушкина, где наткнулся на фразу, вложенную в уста Моцарта: «*Нас мало избранных...*». Теперь я знаю, как закончить этот очерк.

Виктор Ильич Варшавский был, несомненно, одним из избранных.

Автор благодарен М.А. Кишиневскому, А.Ю. Кондратьеву, В.И. Красюку, О.В. Маевскому, Ю.В. Мамрукову, В.Б. Мараховскому, В.В. Смоленскому, Н.А. Стародубцеву, Ю.С. Татаринovu, А.Р. Таубину, А.А. Шалыто, А.В. Яковлеву, без активного участия которых очерк не был бы написан.

ТАРАС НИКОЛАЕВИЧ СОКОЛОВ

Тарас Николаевич Соколов родился 17 апреля 1911 г. в Ставропольском крае в семье сельского врача. Трудовую деятельность он начал в 1929 г. электромонтёром в авторемонтных мастерских и проработал там до 1933 г. Одновременно, в 1930 г., Тарас Николаевич поступил на вечернее отделение Ленинградского политехнического института (ЛПИ) и закончил его в 1935 г.. В тот же год он был принят в аспирантуру на кафедру промышленного использования электроэнергии (в настоящее время это кафедра систем автоматического управления факультета технической кибернетики). В 1939 г. Т.Н. Соколов защитил кандидатскую диссертацию, а в 1941 г. он был утверждён в учёном звании доцента. С 1938 г., по совместительству Т.Н. Соколов работал руководителем бюро электропривода ленинградского завода имени Я.М. Свердлова.

В июле 1941 г. Тарас Николаевич добровольно вступил в ряды Красной Армии. До января 1942 г. он был слушателем Курсов усовершенствования инженеров Ленинградской военно-воздушной академии, а в 1942 – 1943 гг. находился в строевых частях ВВС. С апреля 1943 до мая 1946 г. Т.Н. Соколов служил в Государственном Краснознамённом НИИ ВВС Красной Армии в должностях старшего инженера и начальника отделения. В 1943 г. он был принят в партию. За работы по авиационному вооружению Т.Н. Соколов был награждён в 1945 г. орденом Красной Звезды.

После окончания Великой Отечественной войны Тарас Николаевич в 1946 г. возвращается в ЛПИ на кафедру промышленного использования электрической энергии, а с 1948 г. работает доцентом кафедры автоматики и телемеханики. За руководство работами по созданию электрокопировально-фрезерного автомата ему в 1948 г. присуждается Государственная (Сталинская) премия II степени.

В 1951 г. Тарас Николаевич защитил докторскую диссертацию и вскоре был утверждён в звании профессора; это утверждение состоялось в 1953 г. В 1951 – 1954 гг. он – заместитель ректора по научной работе.

В 1952 г. была опубликована книга Т.Н. Соколова «Электромеханические системы автоматического управления», в основе которой – результаты его докторской диссертации. В этой работе им был обобщён многолетний опыт по созданию и исследованию систем автоматического управления, используемых в различных технических устройствах. В книге приведены описание и анализ электрических схем, осуществляющих математические операции суммирования, умножения, дифференцирования, интегрирования и получения стандартных и произвольных функциональных зависимостей.

Соколов предложил оригинальный метод аналитического расчёта динамических характеристик следящих систем по заданным критериям качества переходного процесса. Этот метод в дальнейшем был успешно применён для создания высококачественных следящих систем и электромеханических интеграторов математических машин ЛПИ. Принципы синтеза различных систем с учётом их нелинейных характеристик, рассмотренные в книге «Электромеханические системы автоматического управления», нашли широкое применение при построении комбинированных электромеханических интеграторов. Методы моделирования нелинейных систем, разра-

ботанные Т.Н. Соколовым, были использованы для построения методики работы на математических машинах. Фундаментальные исследования Т.Н. Соколова в области электромеханических систем автоматического управления создали теоретические основы построения математических машин ЛПИ.

Исследования, проводившиеся в середине XX в. в мире (и, в том числе, в Политехническом институте) в области ядерной физики и ракетной техники со всей определённой показали, что их дальнейшее успешное развитие немыслимо без применения средств вычислительной техники. Стало ясно, что необходимо организовать подготовку инженеров, способных решать задачи исследования динамики и автоматического управления подвижными объектами с применением вычислительной техники. И в ЛПИ было принято решение об образовании с 1949/50 учебного года кафедры «Автоматическое управление движением». В 1952 г. эту кафедру возглавил Тарас Николаевич Соколов. Первоначально на кафедре было всего три преподавателя и были приняты на работу три только что закончивших институт инженера.

Тарас Николаевич, являвшийся одновременно заместителем ректора по научной работе, реализовал все возможности для расширения кафедры и оснащения её новейшими приборами и оборудованием. Был найден заказчик на разработку специализированной электромеханической математической машины для моделирования движения летательных аппаратов. К работе были привлечены студенты старших курсов и три принятых на кафедру аспиранта. И под руководством Тараса Николаевича было создано несколько аналоговых вычислительных устройств. Первым было спроектировано и создано устройство, названное «Малый стенд». Оно предназначалось для моделирования управлений продольным движением летательного аппарата. В его состав входили четыре электромеханических интегратора, четыре следящие системы и 16 развязывающих усилителей. В январе – феврале 1954 г. началась экспериментальная работа. Были решены многие возникавшие проблемы, в частности влияние инерционности и запаздывания в интеграторах и усилителях на характер получаемых решений. На модели были получены успешные решения нелинейной задачи продольного движения самолёта.

Затем была создана электромеханическая аналоговая вычислительная машина (АВМ) «Модель 1», предназначенная для решения нелинейных дифференциальных уравнений пространственного движения самолётов, ракет, торпед с включением в схему решения реальной аппаратуры автоматического управления. «Модель 1» включала в себя три стойки, выполнявшие вычислительные операции, динамический стенд и планшет. Две одинаковые стойки, содержащие по 8 интеграторов и 32 развязывающих усилителя, позволяли решать систему нелинейных дифференциальных уравнений до 16 порядка.

Были разработаны динамические стенды. Динамический стенд представляет собой устройство с тремя степенями свободы. Его подвижная часть с помощью следящих систем может поворачиваться по углам тангажа, курса и крена. Там размещаются гироскопические измерительные приборы реального автопилота массой до 200 кг. Весьма эффективным средством исследования устойчивости самолёта является включение реального автопилота в схему решения задачи. При этом автоматически учитываются все нелинейные и другие неидеальности прибора. Схема моделирования объекта, реализованная в машине, оказывается замкнутой через реальный автопилот. С помощью созданной методики можно всесторонне исследовать устойчивость и динамику движения объекта в нормальных и аварийных режимах и осуществлять оптимальную настройку автопилота. Решение задач на машине с реальной аппаратурой автоматического управления позволяет значительно сокращать сроки лётных испытаний.

Параллельно с электромеханической АВМ «Модель 1» в 1953–1955 гг. была разработана и построена электронная АВМ «Модель 2», создавшая возможности для ре-

шения задач в более широком частотном диапазоне. На машине «Модель 2» были выполнены исследования кинематики самонаводящихся снарядов, динамики следящей системы головки самонаведения и другие.

По заданию научно-исследовательских организаций Военно-Морского Флота в 1954–1955 гг. была разработана и изготовлена АВМ «Модель 3». Принципиальное новшество представлял динамический стенд с пятью степенями свободы. Устройство с тремя степенями свободы было размещено на подвижном основании, перемещающемся по горизонтальным и вертикальным направляющим. Это было первое в СССР и в мире уникальное устройство, которое позволяло решать многие задачи проектирования и исследования новых образцов морской военной техники.

В математической машине «Модель 4» были включены интеграторы повышенной точности. Увеличить точность и допустимое время интегрирования удалось благодаря тому, что интегратор работал в течение повторяющихся коротких промежутков времени в режиме линейного нарастания напряжения и его запоминания.

Таким образом, под руководством Т.Н. Соколова в 1950–1956 гг. было разработано много интересных и достаточно совершенных образцов аналоговой вычислительной техники. Коллектив кафедры увеличился за счёт приёма на работу лучших выпускников кафедры. Были организованы проблемная лаборатория и мастерские – электронная и механическая. Активное участие в работах кафедры студентов старших курсов позволяло выращивать из них специалистов высокого класса.

По решению Минвуза СССР в Политехническом институте в июне 1956 г. была проведена Межвузовская научно-техническая конференция «Применение математических машин в автоматическом управлении». Она ставила своей целью широкий обмен мнениями и опытом работы в области вычислительной техники. Обсуждаемые вопросы вызывали большой интерес не только среди научной общественности вузов, но и среди многочисленных представителей промышленных, проектных и научно-исследовательских институтов. В работе конференции приняли участие более 150 организаций. Кафедра Т.Н. Соколова активно участвовала в работе конференции. С докладами, кроме Тараса Николаевича, выступили сотрудники кафедры: Т.В. Нестеров, В.С. Тарасов, В.П. Евменов, Ю.А. Котов, А.Т. Горяченков, А.М. Яшин.

Большой интерес Тараса Николаевича вызвал доклад представителя Пензенского завода счётно-аналитических машин о ферродидных логических элементах. Дело в том, что аналоговая техника в эти годы стала дополняться, а вскоре и вытесняться цифровой вычислительной техникой. Кафедра, готовящая специалистов по вычислительной технике, должна учитывать перспективность нового направления. А на кафедре нет ни одного сотрудника, знакомого с цифровой техникой. И нет никакой экспериментальной базы для цифровой техники. И вот в этих условиях Тарас Николаевич Соколов принимает совершенно неординарное решение. Он реализует включение кафедры в выполнение крупнейшей и ответственнейшей задачи, целиком построенной на применении цифровой вычислительной техники.

Речь идёт об участии в разработке системы слежения за искусственными спутниками Земли. Тарас Николаевич решил, что учиться лучше всего в реальном деле. И на плечи сотрудников кафедры, и прежде всего на него самого легла нелёгкая задача: в кратчайший срок не только научиться новому, но тут же использовать эти знания для создания уникальной системы – практически первой в СССР автоматизированной системы управления (АСУ).

Разумеется, прежде всего, это было связано со сформированными к этому времени планами по запуску искусственного спутника земли (ИСЗ). Кроме этого, у самой кафедры появились творческие контакты с ленинградским заводом имени Калинина, выпускавшем электроаппаратуру. Благодаря этим контактам сотрудники кафедры получили доступ к сведениям о ферродидных элементах, главное достоинство кото-

рых – надёжность, как оценил Тарас Николаевич. И вот Т.Н. Соколов добился того, что в 1956 г. было принято постановление ЦК и Совета Министров, согласно которому Политехническому институту и именно возглавляемой им кафедре поручается разработка системы слежения за ИСЗ, а завод имени Калинина назначается изготовителем аппаратуры. Условное наименование этой работы «Кварц».

Суть работы системы заключалась в том, что для уверенного нахождения спутника радиолокаторами после пролёта его по территории вне видимости необходимо знать его координаты при входе в зону наблюдений на нашей территории. Для этого система должна была принимать сигналы о координатах спутника, преобразовывать эти непрерывные сигналы в цифровой код; сглаживать траекторию и привязывать её ко времени; осуществлять её долговременное запоминание и в определённые моменты времени направлять цифровую информацию в каналы связи, предварительно подвергнув её помехозащитному кодированию.

Тарас Николаевич распределил разделы работы между немногочисленными преподавателями и аспирантами, подключив к ним старшекурсников и осуществляя лично непрерывный контроль за всеми разделами работы. Прежде всего, он решил вопрос об элементной базе – это должны были быть элементы с максимально возможным показателем надёжности. И он остановил свой выбор на магнитных элементах, а именно: на элементах из кольцевых ферритовых сердечников с вентильными элементами в цепях связи. Конкретную реализацию этих элементов Тарас Николаевич поручил группе Татьяны Константиновны Кракау.

Группе Константина Константиновича Гомоюнова была поручена разработка генератора питающих импульсов для этих элементов и преобразователь «дальность – код», причём впервые была получена частота заполняющих колебаний 6 МГц.

Борису Евгеньевичу Аксёнову с его группой Тарас Николаевич поручил заняться проблемой помехозащищающего кодирования; Игорю Дмитриевичу Бутомо – преобразователем «Угол – Код»; А.В. Германову – памятью и выходом на линию связи. Преподавателю кафедры И.В. Афонькину Т.Н. Соколов поручил сформировать группу приглашённых по совместительству конструкторов.

Отдельные блоки можно было изготавливать на кафедре, но для полного изготовления стоек аппаратуры на очень ранней стадии документацию стали передавать на завод. Практически весь коллектив разработчиков по указанию Тараса Николаевича переместился работать на территорию завода. Изготовленные блоки проверялись, из них комплектовались станции «Кварца» и проводилась их настройка. Настройку первых пяти экземпляров возглавляли сотрудники кафедры. Не всё шло гладко, выявлялись недоработки, и Тарас Николаевич до поздней ночи задерживался на заводе, помогая советом и подбадривая сотрудников. Приезжали на завод и военные, которым предстояло эксплуатировать станции на полигонах.

Весной 1958 г. все экземпляры по мере завершения их настройки и испытаний были отправлены в различные точки Советского Союза. Новизна аппаратуры, недостаточный опыт её эксплуатации определили решение Т.Н. Соколова направить сопровождающие бригады, в состав которых должны были входить основные разработчики кафедры. Пять экземпляров аппаратуры были направлены на Байконур, в Енисейск, на Камчатку, на озеро Балхаш и в Капустин Яр. Во главе сопровождающих бригад были Ф.А. Васильев, Ю.А. Котов, Д.В. Шапот, А.М. Яшин и Б.Е. Аксёнов, соответственно. Впервые было осуществлено объединение комплекта машин в общую сеть. Система «Кварц» впервые работала, при этом удачно, 15 мая 1958 г. при запуске третьего спутника. В сообщении ТАСС «О запуске третьего советского искусственного спутника Земли» были слова: *«Данные о координатах спутника, полученные с радиолокационных станций, автоматически преобразуются, привязываются к единому астрономическому времени и направляются по линии связи в координационно-вычислительный*

центр)» (газета «Правда» 1958, 16 мая). С этого времени все запуски (включая полёт Ю.А. Гагарина) сопровождала система «Кварц». За особые заслуги при выполнении важного задания правительства по созданию и введению в эксплуатацию специализированной информационной машины Тарас Николаевич Соколов, научный руководитель и главный конструктор, был удостоен звания лауреата Ленинской премии.

По результатам эксплуатации системы «Кварц» была выполнена работа по её совершенствованию. Новая разработка получила название «Темп». Была изготовлена большая партия таких машин, часть из которых получила прописку в Мировом океане. Случаев отказа этой аппаратуры зафиксировано не было. Одним из основных улучшений в изделии «Темп» была замена в логических элементах селеновых шайб на корпусные диоды. Но полупроводниковый элемент оставался возможным источником снижения надёжности.

Осенью 1959 г. в одном из научных журналов Тарас Николаевич прочитал статью американского автора С. Рассела о возможности построения феррито – ферритовых логических элементов, в качестве вентиля предлагалось использовать сердечники с мягкой петлёй гистерезиса (оксиферы). Тарас Николаевич сразу загорелся идеей резко повысить надёжность логических устройств, изготавливая их только из сердечников и проводов, полностью избавляясь от полупроводниковых приборов. Тарас Николаевич поручил Д.В. Шапота и В.А. Морозову немедленно приступить к интенсивной разработке «бездиодных» логических элементов. Использование этих элементов первоначально предполагалось в бортовом управляющем устройстве для ракеты малого радиуса действия под кодовым названием «Микрон». Возглавить эту разработку Тарас Николаевич поручил Ф.А. Васильеву.

В ходе работы были обнаружены сложности и даже полная неработоспособность схемы Рассела. Оказалось, что наличие заметной остаточной индукции у оксиферных сердечников приводило к разрушению сигнала, записанного в информационные сердечники. Каждый раз, когда в процессе разработки возникал очередной кризис, часов в 17–18 приходил в лабораторию Тарас Николаевич, садился рядом и в ходе обсуждения активно стимулировал мыслительный процесс. Заканчивался его визит в 22–23 часа. Так повторялось каждый день, пока вместе с какой-либо очередной новой идеей не возвращалась надежда на успех. Главной из удачных идей было решение заменить оксиферный вентиль на пару ферритовых сердечников с узкой петлёй гистерезиса. При этом коренным образом менялся характер электрических процессов в контурах связи, и соответственно должна была измениться система тактовых импульсов. В результате от схемы Рассела осталось лишь изображение электрической схемы. Ещё один принципиальный прорыв был связан с открытием возможности реализовать с помощью феррито-ферритовых логических элементов не только двоичную, но и троичную логику. Разработку библиотеки типовых логических узлов в терминах трёхзначной логики Тарас Николаевич поручил А.М. Боруле, выпускнику кафедры. Использование троичной логики позволило существенно сократить количество логических элементов при реализации сложных алгоритмов обработки дискретной информации. В ходе дальнейшей работы были решены все задачи, необходимые для реализации бортового вычислительного устройства, а именно:

- отработана реализация элементарных логических функций;
- создана технология сборки контуров связи с единственной пайкой;
- сконструированы «логические платы» из нескольких десятков логических элементов и контактного разъёма;
- разработана технология «заливки» содержимого плат эпоксидной смолой, позволившей обеспечить их высокую механическую прочность;
- разработана технология разбраковки сердечников, при которой логические элементы сохраняют работоспособность в требуемом температурном диапазоне;

– разработан полный комплект логических схем, реализующих алгоритм управления движением объекта.

Логическая плата, содержащая до 90 взаимосвязанных логических элементов, конструктивно оформленная в виде монолитной пластины с габаритами 160 × 90 × 10 мм с 50-контактным плоским торцевым разъёмом и массой 250 г., была первой в мире интегральной схемой, хотя и без приставки «микро». Официальное признание пришло в 1964 г., когда В.А. Морозовым, Т.Н. Соколовым и И.Д. Шапотом было получено авторское свидетельство на изобретение нового вида «ферритового логического элемента». А в 1965 г. логические платы с успехом демонстрировались на Выставке достижений народного хозяйства СССР.

В 1964 г. кафедра Т.Н. Соколова была переименована в кафедру «Информационных и управляющих систем». А команда Тараса Николаевича, работающая на этой кафедре, приобрела устойчивый авторитет в глазах оборонных заказчиков. Именно поэтому по предложению руководства НИИ – 4 МО Т.Н. Соколов был привлечён к участию в конкурсе за право взвалить на свои плечи разработку, изготовление и внедрение громоздкой системы управления ракетными войсками стратегического назначения (РВСН).

Основным конкурентом кафедры ИУС ЛПИ был московский институт НИИ – 101 МЭП, возглавляемый Семенихиным. Если Семенихин утверждал, что наиболее перспективный путь построения системы связан с использованием феррито-транзисторных логических элементов, то Тарас Николаевич отстаивал преимущества феррито-ферритовой логики, способной обеспечить беспрецедентную надёжность многих десятков взаимосвязанных управляющих звеньев разной степени сложности, разбросанных не только по всей территории страны, но и за её пределами. При этом относительно низкое быстродействие логических устройств не могло являться существенным недостатком, поскольку они обслуживали, главным образом, низкоскоростные линии связи и средства визуального отображения информации.

Окончательный выбор варианта, предложенного Соколовым, был сделан позже, но уже 24 апреля 1961 г. вышло Постановление Правительства РСФСР № 1862-РС об организации Опытного-конструкторского бюро в недрах Ленинградского политехнического института имени М.И. Калинина. Долгое время оно кратко именовалось ОКБ ЛПИ, а в 1975 г. было преобразовано в Научно-производственное объединение «Импульс». Днём рождения ОКБ считается 26 декабря 1961 г., когда руководитель Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР утвердил «Положение об ОКБ ЛПИ имени М.И. Калинина» и был выпущен приказ № 1 руководителя и главного конструктора ОКБ Т.Н. Соколова. Заместителем главного конструктора по научной работе стал Тимофей Васильевич Нестеров, главным инженером – Виктор Владимирович Кривский, заместителями – Сергей Дананович Данилов и Василий Васильевич Залипаев.

Подробный рассказ о работах ОКБ ЛПИ – НПО «Импульс» и о Т.Н. Соколове имеется в книге «К истории становления «ядерной кнопки» России», изданной в 2003 г.

Итак, первой и основной работой вновь созданной организации было продолжение и завершение работы на АСУ РВСН. Ожесточённая конкурентная борьба продолжалась несколько лет. Конкурентные проекты системы строились на базе универсальных электронных вычислительных машин с использованием их программного обеспечения. Проект АСУ, предложенный Т.Н. Соколовым, предусматривал принципиально иные аппаратные решения для звеньев системы, в основе которых лежало использование ферритовой элементной базы.

В конкурентной борьбе, изобиловавшей многими драматическими событиями, победил проект АСУ, предложенный ОКБ ЛПИ. Руководил проектом Анатолий Михайлович Яшин. В рекордно короткие сроки была отработана документация, по которой Ленинградский завод имени М.И. Калинина в сжатые сроки изготовил аппарату-

ру, и в 1969 г. АСУ РВСН первого поколения была принята на вооружение. Впервые в СССР было создано автоматизированное управление целым видом Вооружённых Сил, благодаря которому резко повысились оперативность и эффективность РВСН. В АСУ впервые были реализованы основные требования к таким системам – высокая надёжность, оперативность, «скрытность» управления. Система обеспечивала передачу в войска определённого перечня команд, регламентирующих установление различных режимов работы системы, перевод войск в различные степени готовности, планирование применения, включая приказы о пуске или отмене пуска ракет. Обеспечивался сбор информации о состоянии готовности ракет и войск, о задержках в выполнении задач и пр.

За указанные работы в 1970 г. Т.Н. Соколову было присвоено звание Героя Социалистического труда. Лауреатами Ленинской премии стали А.П. Волков, В.И. Лебедев, В.И. Лазуткин, А.М. Яшин; лауреатами Государственной премии СССР – Б.Е. Аксёнов, Л.В. Васильев, Г.И. Иоффе, Т.В. Нестеров, В.Е. Петухов, Н.В. Ращепкин.

Созданием АСУ завершился первый этап автоматизации управления РВСН.

Второй этап проекта заключался в обеспечении значительного расширения функциональных возможностей системы и дальнейшем улучшении её технических и эксплуатационных характеристик. Упорный труд коллектива ОКБ «Импульс» и коллективов различных предприятий-смежников успешно завершился в 1976 г. принятием на вооружение АСУ второго поколения. Эта система обладала значительно лучшими характеристиками, существенно расширились масштабы системы, полуавтоматический режим управления дополнился автоматическим, увеличились объём и состав передаваемых информационных массивов, были улучшены вероятностно-временные характеристики передачи и обработки информации.

За успешное выполнение этих работ звания лауреатов Государственной премии СССР были присвоены Т.Н. Соколову (это была его вторая Государственная премия), Г.А. Валентуку, В.Ф. Головину, А.К. Грешневику.

В 1977 г. за большие заслуги в создании, освоении производства и эксплуатации новых средств специальной техники ОКБ «Импульс» было награждено орденом Трудового Красного Знамени.

Тарас Николаевич Соколов руководил всеми разработками, умел воодушевить коллектив и найти выход из любого трудного положения до последнего дня своей жизни. Он умер 17 сентября 1979 г. и похоронен на Богословском кладбище.

* * *

ОБ АВТОРАХ

Агамирзян Игорь Рубенович – кандидат физико-математических наук, генеральный директор ООО “СПб Центр разработок ЕМС”.

Александров Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор, ФГУП НПО «Импульс», лауреат Государственной премии СССР.

Веселов Вячеслав Афанасьевич – кандидат технических наук, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, профессор БГТУ им. Д.Ф. Устинова.

Волкова Виолетта Николаевна – доктор экономических наук, профессор СПбГПТУ.

Вус Михаил Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник СПИИРАН, лауреат премии Правительства Российской Федерации.

Гончаревский Вилен Степанович – доктор технических наук, Заслуженный деятель науки РФ, профессор ВКА им. А.Ф. Можайского.

Загашвили Юрий Владимирович – доктор технических наук, профессор БГТУ им. Д.Ф. Устинова.

Игнатъев Михаил Борисович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ, директор института артоники СПбГУАП, лауреат Государственной премии СССР и премии Президента Российской Федерации.

Ипатов Олег Сергеевич – доктор технических наук, профессор, ректор БГТУ им. Д.Ф. Устинова, лауреат премии Правительства Санкт-Петербурга.

Калинин Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ, заведующий кафедрой ВКА им. А.Ф. Можайского.

Керножицкий Владимир Андреевич – кандидат технических наук, Заслуженный изобретатель Российской Федерации, доцент БГТУ им. Д.Ф. Устинова.

Кнорринг Вадим Глебович – доктор технических наук, профессор СПбГПТУ

Колесов Николай Викторович – доктор технических наук, профессор, ЦНИИ «Электроприбор»

Кракау Татьяна Константиновна – доктор технических наук, профессор СПбГПТУ.

Крук Евгений Аврамович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой СПбГУАП.

Кромский Борис Васильевич – кандидат технических наук, доцент, секретарь ученого совета ВКА им. А.Ф. Можайского.

Куберская Нателла Амирановна – секретарь секции кибернетики СПб Дома ученых им. М. Горького РАН.

Кузьмин Николай Николаевич – доктор технических наук, профессор, проректор СПбГЭТУ.

Мартыненко Борис Константинович – доктор физико-математических наук, профессор СПбГУ.

Михайлов Борис Григорьевич – советник генерального директора ФГУП НПО «Импульс», лауреат Государственной премии СССР.

Овсянников Дмитрий Александрович – доктор физико-математических наук, профессор СПбГУ, директор НИИ ВМ и ПУ им. В.И. Зубова.

Петухов Владимир Ефремович – кандидат технических наук, профессор, заместитель генерального директора ФГУП НПО «Импульс» по научной работе, лауреат Государственной премии СССР.

Полетаев Александр Михайлович – кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника кафедры ВКА им. А.Ф. Можайского.

Пономарев Валентин Михайлович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник СПИИРАН.

Розенблюм Леонид Яковлевич – кандидат технических наук, доцент, сотрудник Гарвардского университета (США).

Романовский Иосиф Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор СПбГУ.

Рыбаков Игорь Васильевич – кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры ВКА им. А.Ф. Можайского.

Савик Валентин Феодосьевич – кандидат технических наук, ЦНИИ «Электроприбор».

Сарычев Валентин Александрович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, заместитель генерального директора ОАО «НПП «Радар ммс» по научной работе.

Степанов Олег Андреевич – доктор технических, ЦНИИ «Электроприбор».

Фрадков Александр Львович – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией ЦНИИ «Электроприбор».

Хитров Геннадий Михайлович – кандидат физико-математических наук, доцент СПбГУ, заместитель директора НИИ ВМ и ПУ им. В.И. Зубова.

Челпанов Игорь Борисович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, ЦНИИ «Электроприбор».

Юсупов Рафаэль Мидхатович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, член-корреспондент РАН, директор СПИИРАН.

Яковлев Валерий Борисович – доктор технических наук, Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, профессор СПбГЭТУ.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абалакин В.К. 129
Авен О.И. 269,274
Аверкиев Н.Ф. 168
Аврамчук Е.Ф. 117
Агаджанов П.А. 184
Агамирзян И.Р. 304-308
Агур У.М. 12
Айзерман М.А. 23, 252, 254, 256-257, 269
Аксёнов Б.Е. 20, 334, 337
Аксёнов Г.С. 80
Александров А.Г. 104
Александров А.Д. 297-298
Александров А.М. 20, 176-178
Александров А.П. 134
Александров В.В. 149-151, 153, 159-160, 162-163
Александров Е.К. 294
Александров Н.П. 243
Алексеев А.И. 150, 160
Алексеев В.В. 115
Алексеев О.В. 103, 113, 293, 295
Алешкин А.П. 171
Алфёров Ж.И. 3, 33, 43, 84, 129, 212-219, 226, 284, 293
Алфёров И.К. 212
Алфёров Маркс 213
Альтман Я.А. 329
Амосов Н.М. 43
Ампер А.М. 7, 42, 235
Амромин А.Н. 184
Ананьевский М.С. 208
Андреев В.А. 22
Андриевский Б.Р. 83, 208
Андронов А.А. 13, 61, 254-256, 258
Андрющенко В.А. 104
Анисимов В.И. 14, 89, 92-94, 96, 112, 286, 294
Анисимова Л.М. 44
Анохин П.К. 43
Антосиевич Генри 298
Анфиногенов А.С. 204
Анцев Г.В. 180, 196
Аппазов Р.Ф. 305
Аранович Б.И. 93
Арбид М. 145
Арендт В.Р. 14, 256
Арефьев Б.А. 27
Арефьев В.П. 88
Арсентьева А.В. 150
Арсеньев В.Н. 166
Арсеньев Н.П. 246-248
Артоболевский И.И. 62
Арутюнов В.О. 57
Арутюнян Г.Г. 267
Астанин Л.Ю. 170
Астафьев Г.П. 199
Атанасов А. 7
Афанасьев С.В. 154
Афонькин И.В. 334
Ахутин В.М. 43, 99-100, 116, 238, 293
Бабаев И.О. 307
Бабаков Н.А. 272
Бабат Г.И. 246
Бабко Л.В. 59
Багдонас Р.Ю. 188
Базлов И.Ф. 45,51
Байков А.А. 243
Байков В.Д. 105
Баконин В.Н. 66
Бакурадзе Д.В. 171
Балашов Е.П. 97, 105
Балина Г.А. 68
Балуев А.Н. 63, 65-66, 68, 71
Барабанов А.Е. 22, 80, 83
Барабанов Н.Е. 22, 81, 97
Баранов И.А. 167
Баранов С.Н. 72, 78, 160
Барашенков В.В. 97
Барбашин Е.А. 298-299
Барилов А.А. 159
Баринов К.Н. 168
Бармин В.П. 123
Бармин И.В. 174
Бартки У.С. 321

- Бартолини Дж. 82
Баскина Т.В. 45
Басов В.П. 298
Бахтин Б.И. 140
Башарин А.В. 14, 91-92, 262, 287
Башарин С.А. 106-107
Башкиров Д.А. 16, 262, 279
Бebbидж Чарльз 7
Бегунков Г.С. 74, 306
Безвизонный А.А. 91, 285
Беззатеев С.В. 125
Беззубов Ю.И. 279
Бейли В. 263
Бейтсон К. 4
Белицкий В.И. 170
Белова К.М. 66
Белодубровский А.С. 87
Белоцерковский О.М. 5, 241
Белый О.В. 15, 99, 291, 295
Беляков Г.М. 132
Белякова И.П. 159
Бенеш И. 267, 271
Берг А.И. 5, 33-34, 42-43, 84, 94, 99, 182, 199, 215, 226-241, 274, 311, 315-316
Берг Е.К. 226
Берг Й.В. (*Дж. Барр*) 33, 188-189
Берг М.А. 231
Бергман З.М. 202
Берендеев А.В. 44, 85
Бернштейн С.И. 271
Бернштейн С.Н. 33
Бертольди Е.К. 226
Бершадский Е.Я. 191
Бесекерский В.А. 15, 17, 26, 28, 140, 165-166, 202-205, 256, 279-280, 289
Бессонов А.А. 140
Бехтерева Н.П. 43, 151
Бибинова В.П. 191
Бизянов В.Ф. 153
Биркгоф Дж. 256, 302
Бирюков Б.В. 44
Биттани С. 82
Блажкин А.Т. 26
Бобылев Д.К. 10
Богданов С.И. 44
Богданов Ю.С. 298
Боголюбов И.Н. 320
Боголюбов Н.Н. 15, 255-256, 278
Богородицкий Н.П. 44, 287-288, 291, 293
Богородский В.В. 187
Болдырев Н.Г. 97
Болтянский В.Г. 299
Бонгард М.М. 44, 241, 329
Бонч-Бруевич А.М. 311
Бор-Раменский А.Е. 163
Бор Нильс 47
Боровик 243
Боруля А.Н. 335
Борцов В.А. 98-99
Борцов Ю.А. 98-99, 104, 107, 113-114
Ботвинник М.М. 45, 49, 82, 129
Бочаров Е.Ф. 187
Брагинский М.В. 203
Братчиков И.Л. 65-66, 68, 71
Бритов Г.С. 125
Бровин Н.Н. 45, 50-51
Бровина Г.Н. 45, 51
Бройда 270
Бромберг 254
Бруевич Н.Г. 238-239
Буга Н.Н. 170, 172
Булатов А.А. 196
Булатов В.П. 30
Булганин Н.А. 233
Булкин Г.А. 150
Бурдо Г.Х. 186
Буренин Н.И. 164, 170-171, 184
Бутаков Е.К. 97
Бутенин Н.В. 280
Бутома Б.Е. 324
Бутомо И.Д. 20, 334
Буш Ванневар 56
Быстров Ю.А. 294
Бычков С.И. 169, 171, 293
Бычков Ю.А. 24, 105-106
Вавилов А.А. 14, 16-18, 25-26, 31, 81, 84, 86, 89-92, 94-96, 98-103, 107, 110, 117, 225, 283-296
Вавилов Н.И. 3
Валентик Г.А. 337
Валландер С.В. 71
Вальков В.В. 104
Варакин Е.И. 172
Варганов М.Е. 171
Варгашкин Р. 325
Варшавский В.И. 33, 97, 317-330
Варшавский И.И. 318
Васильев А.С. 105

- Васильев Д.В. 12, 14, 89, 246
Васильев Л.В. 337
Васильев С.Н. 208
Васильев Ф.А. 20, 334-335
Вашкевич Н.П. 97
Вейерштрасс Карл. 9
Велихов Е.П. 5
Велькер Г. 216
Веревкин А.П. 18
Веретягин А.А. 170
Верещагин А.Ф. 280
Верхолат М.Е. 285
Веселов В.А. 131-142
Веселов В.С. 26
Винер Н. 4, 9, 42, 46, 59, 79, 203, 235, 238, 256
Виноградов А.П. 272-273
Винокуров В.И. 93
Витт А.А. 61
Вишняков Ю.С. 152, 162
Владимирович Г.И. 173
Власенко В.А. 27
Вознесенский И.Н. 11, 60, 247, 256
Волгин Д.И. 148
Волков А.П. 337
Волков Е.Ф. 18, 105-106, 295
Волкова В.Н. 42-48
Вологдин В.П. 84
Волькенштейн М.В. 3
Вольперт 263
Воробьев В.Г. 88
Воробьев В.И. 148, 154, 160
Воронкова А.И. 65
Воронов А.А. 5, 12-13, 43, 49, 60, 86, 101, 129, 242-275, 278, 291-292
Воронова А.А. 245-275
Воронов А.В. 243
Ворошилов К.Е. 231
Востоков С.Б. 205
Вояковская Н.Н. 77
Вукобратович М. 281
Вус М.А. 41, 45, 49-54, 212-219, 226-241, 309-316
Вышнеградский И.А. 11, 247
Вяхирев С.В. 60
Гаврилов М.А. 238, 241, 272, 329
Гавурин М.К. 66, 71, 221
Гагарин Ю.А. 74, 176, 335
Гайдук А.Р. 12, 104
Гайцгори В.Г. 23
Галеркин Б.Г. 243
Галлер Л.М. 232
Галушкин А.И. 31, 118
Гарбузов А.Р. 265-266, 268
Гаскаров Д.А. 105, 107
Гришиани Д.М. 274
Гелиг А.Х. 80-81, 83
Гельфанд И.М. 81
Герасимов А.Н. 166
Герасимов И.В. 105, 112
Герасимов Л.Ф. 287
Герасимов М.А. 76,
Гербылева Н.П. 60
Германов А.В. 334
Герст В.С. 151, 162
Герхен-Губанов Г.В. 133
Гершуни Г.В. 43
Гильбо Е.П. 19
Гиндыш И.Б. 72
Гитис Э.И. 44
Гитман И.Р. 71
Глебов И.А. 109, 153, 156, 291, 295
Глушков В.М. 5, 35, 43, 124, 187-188, 241
Гнедин Л.П. 268
Гоголицин Ю.Л. 151
Головин В.Ф. 337
Голубев А.П. 93
Голубева С.В. 162
Гольдманский В.И. 44
Гольдфарб Л.С. 15, 251-252
Гольдштейн Л.Д. 164, 169
Голяков А.Д. 166
Гомоюнов К.К. 334
Гоноровский И.С. 313
Гончаревский В.С. 164-175
Гончарова Л.И. 306-307
Горбачев С.В. 124
Гордеев В.Г. 204
Горлицкая С.И. 45, 51
Городецкий В.И. 160, 166
Горская Л.М. 162
Горский Н.Д. 150-151, 159
Горюнов В.И. 174
Горюнов Ю.П. 60
Горюнова Н.А. 3, 216
Горяченков А.Т. 333
Гранин Д. 188
Гранкин Б.К. 174

- Гранстрем М.П. 285, 288
Графтио Г.О. 84-85, 215
Гребенщиков И.В. 84
Гречко Г.М. 134-136
Грешневиков А.К. 337
Грибов В.М. 324
Григорьев В.А. 172
Григорьев В.В. 27, 104
Гридина Е.Г. 115
Гробовой Р.Н. 132-134
Громов А.М. 184
Гросс Е.Ф. 3, 215
Губинский А.И. 98, 293
Гудков В.А. 184
Гузенко В.Л. 174
Гуляев В. 97
Гурьев И.С. 167
Гурфинкель В.С. 329
Гусинский В.З. 207, 209
Гутенмахер Л.И. 43
Д
Давыдов С.И. 174
Даламбер Ж. Л. 10
Данилов С.Д. 336
Даугавет В.А. 65
Даугавет И.К. 65
Даугавет О.К. 65
Деев В.В. 172
Дейкало Г.Ф. 70, 73, 77
Дементьев П.В. 326
Демченко О.И. 94
Демьянович Ю.К. 77
Денисов А.А. 12, 20
Дергузов В.А. 81
Деревицкий Д.П. 26, 82, 104
Детков В.К. 174
Дехтярев В.С. 183-184
Джанелидзе Г.Ю. 299
Джури Э. 17, 286
Дидук Г.А. 104, 268
Дикарев В.И. 174
Диомидов В.Б. 204, 207
Дирак Поль 327
Дмитриев А.К. 172
Дмитриев В.В. 84
Дмитриев С.П. 19, 26, 28, 204, 206-207, 210
Дмитриева М.В. 76
Добрянский В.М. 293
Долголенко Ю.В. 247
Доманский Б.И. 11-12, 20, 25, 33, 36, 58-62, 245
Домарацкий А.Н. 148, 151, 153, 158, 162
Донов А.Е. 168
Донченко В.К. 150, 157
Дорогов А.Ю. 118-119
Дородницын А.А. 5, 124
Дранников В.Г. 58
Дробов С.А. 164, 169, 293-294, 313
Дроздов В.Н. 27
Дулевич В.Е. 164, 169, 184-185
Дунаев А.И. 137
Душин С.Е. 18
Е
Евменов В.П. 333
Евсеев Г.С. 122
Егiazаров И.В. 261
Егорова Т.С. 188
Елфимов В.Г. 188
Емельянов С.В. 31, 101, 110, 273, 275, 287, 292
Емельянцеv Г.И. 206-207
Еременко И.В. 279
Ермаков С.М. 71-73, 75
Ермилов Б.Л. 266, 268
Ерофеев А.А. 12, 198
Ерофеев Ю.Н. 231
Еругин Н.П. 297-298, 300
Ершов А.П. 5, 45, 49, 68, 73, 129, 241, 305-306, 308
Ершов Н.Н. 103
Ефимов В.В. 166
Ефимов Д.В. 31, 118-119
Ефремов В.Д. 12, 198
Ефремов Р.Н. 173
Ж
Жаков А.М. 167
Жданов П.С. 257
Железнов Н.А. 33, 36, 120-121, 126, 130, 169, 313
Жигарев А.Н. 174
Жигелей В.С. 175
Жинкин Н.И. 238
Жузе В.П. 215
Жуков В.А. 178
Жуков Г.К. 233
Журавлев Ю.И. 241
З
Забар С.К. 97
Заболотский В.П. 40-41
Загашвили Ю.В. 131-142

- Заде Л. 123, 145, 269
Задыхайло И.Б. 68
Заездный А.М. 42, 325
Зазорин Е.А. 189
Заикин О.А. 105-106
Зайков Л.Н. 156
Зайнашев Н.К. 167
Зайцев Н. 243
Залипаев В.В. 336
Замарин А.И. 174
Зарипов Р.Х. 145
Зарудный В.И. 206
Захарин М.И. 279
Захарин Ф.М. 166
Захаров В.К. 14, 86
Захаров М.Г. 23
Захаров В.Н. 6
Захарченя Б.П. 212
Зверев Р.И. 170
Зворыкин В.К. 3
Звягин В.И. 174
Зеленцов В.А. 173
Зельдович С.М. 203
Зенкевич С.Л. 280
Зерницкий М.А. 87
Зернов Н.В. 169
Зилитинкевич И.С. 132
Зиненко В.М. 205, 207
Золотов О.И. 287
Зорин Д.И. 27
Зотов Н.С. 24, 91
Зубкович С.Г. 168, 184
Зубов В.И. 6, 21-22, 26, 268, 297-303
Иванищев В.В. 149-150, 159
Иванов А.И. 104
Иванов А.Н. 188, 293
Иванов А.С. 88
Иванов В.В. 238, 241
Иванов В.И. 248
Иванов Ю.Д. 140
Иванова Г.Е. 163
Ивановский Р.И. 205
Ивахненко А.Г. 43, 91, 287
Игнатьев М.Б. 12, 28, 33, 35-36, 42-54, 120, 122-126, 130, 242, 265-268
Иголкин В.Н. 65-66, 68-69
Изенбек С.А. 87
Ильин В.А. 274
Имаев Д.Х. 18, 31, 91, 101, 108, 117
Иосифьян А.Г. 267
Иоффе А.Ф. 183, 215, 243
Иоффе А.Я. 173
Иоффе Г.И. 337
Ипатов О.С. 131-142
Исанин Н.Н. 101, 291-292
Иццоки Я.С. 253
Ишлинский А.Ю. 101, 274, 292
Кадыров А.А. 18, 105
Казакевич В.В. 255
Казаринов Р.Ф. 216-217
Казаринов Ю.В. 81
Казаринов Ю.М. 100, 287
Казаринов Ю.Ф. 22
Калашников В.В. 117
Калери А.Ю. 135
Калинин В.В. 293
Калинин В.Н. 164-175
Калинин М.И. 243
Калман Р. 22, 81, 203, 208, 269
Калявин В.Н. 105, 107
Каляев И.А. 134
Каминскас В. 104
Кампе-Немм А.А. 27
Кан В. 135
Канарейкин Д.Б. 171
Канеман Даниэл 46
Канторович Л.В. 3, 5, 33-36, 42-43, 63-65, 79, 220-225, 236, 265, 308
Капица А.П. 272
Капица П.Л. 3, 243, 272
Капустин А.В. 28
Капустина Е.Н. 307
Карандеев К.Б. 57-59
Каргу Л.И. 165
Карпов В.Г. 169
Карцев М.А. 44
Катковник В.Я. 19, 23
Катханов М.Н. 293
Кацев Б.А. 73
Качанова Т.Л. 31, 118
Качурин В.Н. 97
Кейн В.М. 12, 104, 199
Келдыш М.В. 74, 264, 272, 274, 299
Кемурджиан А.Л. 133
Кепперман В.Г. 92
Керножицкий В.А. 131-142
Керов Л.А. 78
Кетов Х.Ф. 59

- Килби Джек С. 33, 214
Килин Ф.М. 164, 167-168, 171
Кириллин В.А. 73
Кириллов И.И. 60
Кирпичёв М.В. 59, 61
Кисельников В.М. 124
Кисунько Г.В. 233
Китов А.И. 79, 236
Кишеневский М.А. 97, 147, 492, 504
Клауз Л.П. 44
Клейменов В.В. 171
Клюев Н.Ф. 170, 185
Кнорринг В.Г. 56-62
Кобзарев Ю.Б. 183, 232, 234
Коблов В.Л. 184, 188-189
Ковалевская В.В. 57
Ковалевская С.В. 302
Коваленков В.И. 84-85
Ковалеров Г.И. 88
Ковалёв С.Н. 293
Ковальский З. 18
Ковригин А.Б. 65, 68
Коган А.Б. 44
Коган И.М. 44
Козинец Б.Н. 80
Козлов В.Н. 12, 32, 44, 117
Козлов Ю.М. 16, 25-26
Козловский В.А. 162
Козодеров В.В. 151
Козырев Б.П. 215, 284
Кокаев О.Г. 105
Кокотович П. 281
Колесник В.Д. 120-122, 126-127, 130
Колесников А.А. 92, 104
Колесников В.Г. 232
Колесников Г.М. 257, 263
Колесов Н.В. 202-209
Колмогоров А.Н. 5, 79, 118, 256
Колосов В.Г. 12
Колпышев Ю.Н. 162
Колчин Н.И. 60
Комаров И.В. 316
Кондратенков Г.С. 185
Кондратьев А.Ю. 97, 322, 329
Кондратьев К.Я. 151
Коновалов А.С. 28
Коновалов С.Ф. 207
Коноплев В.Н. 148
Константинов Б.П. 299
Конторов С.Е. 188
Корн Г. 123
Корниенко А.А. 171
Корнилов Ю.Б. 144, 256
Корнитенко Г.Г. 260, 265, 268
Коропов Д.Д. 190
Королёв С.П. 19, 73-74, 131, 168, 304-306
Коростелев А.А. 170, 184
Коротков Е.Б. 140-141
Косарев Ю.А. 151
Косовский Н.К. 76
Костенко М.П. 249, 259-261, 263-265, 267-268, 270
Костров А.В. 205
Костылев А.А. 170
Косыгин А.Н. 269
Котельников В.А. 137
Котенко В.П. 6
Котов Ю.А. 333-334
Котченко Ф.Ф. 286
Кочетков В.Т. 279
Кочеткова Е.В. 45, 51
Кочешков Н.А. 181
Кочина П.Л. 274
Кочубиевский И.Д. 275
Кошкин А.Н. 155
Кошляков Н.С. 84
Крайзмер Л.П. 33-34, 42, 226, 236
Кракау Т.К. 20, 61, 331-337
Краснощеков А.М. 317
Красовский А.А. 4-6, 82, 234
Красовский Н.Н. 101, 274, 292, 298-299
Красюк В.И. 330
Кратцентштейн Х.Г. 7
Крашенинников 248
Кремер Герберт 33, 214, 216
Кривский В.В. 336
Крикалев С.К. 135
Кромский Б.В. 164-175
Кропотов Ю.А. 151
Круг Г.К. 44, 295
Крук Е.А. 120-130
Крылов А.Н. 33, 56, 88, 227
Крылов В.И. 65
Крылов Н.М. 16, 255-256, 278
Крячко А.Ф. 171
Кубанцев В.И. 104
Куберская Н.А. 42-48
Кудревич Б.И. 88

- Кудрявцев В.Б. 167
Кудрявцев В.В. 167
Кудрявцев М.В. 133
Кудряшов Б.Д. 121, 127
Кузичкин А.В. 172
Кузнецов В.Г. 132-134
Кузнецов В.И. 166
Кузнецов Н.А. 207
Кузнецов П.И. 264
Кузьмин Н.Н. 84-119, 295
Куклев Е.А. 142
Кулаков Ф.М. 144, 150, 162-163
Кулебакин В.А. 11, 85, 250, 256, 258, 267
Кульбуш Г.П. 59
Кульчицкий О.Ю. 19, 23
Купменс Т. 36
Курнаков Н.С. 84
Курочкин В.М. 68, 306
Курчатов И.В. 43, 215, 264
Кустов В.Н. 167
Кутателадзе С.С. 225
Кухтенко А.И. 287
Лагранж Ж.Л. 9, 80
Лавров С.С. 5, 33, 35, 49, 63-64, 66, 68-69, 73-76, 129, 175, 304-308
Лазарев Л.П. 253
Лазеев 280
Лазуткин В.И. 326
Ландау Б.Е. 204
Ландау Л.Д. 3
Ландо Я. 82
Ланцман Р.М. 80
Лапардин В.И. 190
Ласточкин А.А. 141
Лебедев А.Н. 93, 97
Лебедев В.И. 337
Лебедев С.А. 5
Левин В.И. 6
Левинзон Г.Л. 141
Левит М.В. 81
Левкин И.М. 174
Ледовский А.Д. 142
Леонов Г.А. 22, 32, 63, 78, 80-81
Лернер А.Я. 274, 286
Лескин А.А. 162
Лесков А.Г. 280
Летов А.М. 269, 299
Лефшец 23
Линквист А. 82
Линник Ю.В. 33
Линский 273-274
Лисс А.Р. 97, 122
Литвинов А.П. 17, 29, 166
Лихачев В.М. 171
Лихтарников А.Л. 22, 91
Логачев Е.Г. 174
Логоинов А.В. 142
Лойцянский Л.Г. 299
Ломако А.Г. 167
Ломов Б.Ф. 43, 238
Ломоносов М.В. 3
Лопота В.А. 31-32
Лосев Г.М. 147, 151
Лосев С.А. 132
Лоскутков Г.М. 279, 281
Лотман Ю.М. 43
Лузин Н.Н. 254
Лукашенко А.Г. 218
Лукирский П.И. 231
Лукомский Ю.А. 15, 99, 113-114, 207
Лукошкин А.П. 186
Лукьянов Д.П. 99, 115, 171, 207, 293
Лупал А.М. 124
Лупанов О.Б. 241
Лупичев Л.Н. 134
Лурье А.И. 18-19, 23, 61, 243, 251, 262, 267, 299
Лурье О.Б. 99
Лучинин В.В. 107
Лучко С.В. 166
Льюнг Л. 82
Лысенко А.П. 167
Лысенко И.В. 174
Любачевский Б.Д. 81-82
Любимский Э.З. 68, 305
Ляпунов А.А. 5, 43, 79, 81, 236-238, 241
Ляпунов А.М. 10, 13, 22, 24, 33, 297-298, 300
Ляхович Е.М. 188-189
Лященко Н.Н. 160
Маевский О.В. 330
Майборода Л.А. 166
Майер Р.В. 14-15, 91, 296
Майоров С.А. 33, 36, 97
Майоров С.П. 140
Майхил Дж. 320
Макаров И.М. 101, 133, 292
Максимей И.В. 69

- Маленков Г.М. 232
Маликов И.М. 87
Малкин И.Г. 23, 256
Маллер Д.Е. 321
Малыхина Г.Ф. 57
Малышев В.А. 188
Малышев Н.Г. 111
Мальцев В.Б. 172
Мальцев Г.Н. 171
Мальцев П.А. 162
Мамон П.А. 168
Мамруков Ю.В. 330
Мандельштам Л.И. 256, 311
Манойлов В.В. 104
Мануйлов Ю.С. 171-172
Мараховский В.Б. 97, 320, 330
Маркелов А.А. 140
Маркелов Н.И. 184
Марков А.А. 33, 63-64, 69, 76, 302, 308
Мартыненко Б.К. 63-78
Марчук Г.И. 153
Марьяновский 254
Маслевский В.И. 87, 205
Маслов А.Я. 173
Массарский А.С. 135
Матвеев А.С. 80, 83
Матиясевич Ю.В. 77, 129
Мачалов А.В. 116
Мегрецкий А. 81
Медведев В.С. 280
Медведев С.В. 151
Мееров М.В. 254, 257, 262, 285
Мелёхин В.Ф. 12, 58
Мельканович А.Ф. 174
Мельник Ю.А. 170, 184-185
Мельников Б.Г. 171
Менделеев Д.И. 3
Меньшиков Г.Г. 22
Месропов Г.М. 191
Метлицкий Е.А. 105
Мечников И.И. 3
Мещерский И.В. 10
Мидцев Б.Ф. 133
Миллер Р.Е. 321
Мильнер Б.З. 274
Минаков Е.П. 168
Минц Г.Е. 307
Мирбах Р.А. 227
Миронов А.Н. 173-174
Миронов В.И. 166
Миронов Ю.В. 168
Мироновский Л.А. 125
Мирончиков Е.Т. 120-122, 126, 130
Мирошник И.В. 27, 83
Миткевич В.Ф. 59, 243
Митрофанов С.П. 155
Митряев Е.В. 172
Михайлов А.В. 255
Михайлов Б.Г. 176-178
Михайлов В.А. 14, 89
Михайлов В.В. 150, 159
Михалевич В.С. 5
Михеев Л.Т. 187
Мишин В.П. 305
Мозгалевский А.В. 15, 26, 100, 107, 292
Моисеев Н.Д. 256
Моисеев Н.Н. 49, 82, 129
Мороз А.В. 141
Мороз А.М. 140
Морозов Б.И. 44
Морозов В.А. 355-356
Москаленко А.Ф. 293
Мурсаев А.Х. 105
Мусаев А.А. 171
Муттер В.М. 96
Муш Б.С. 186, 191
Мясников В.А. 27, 33, 35
Нагорный В.С. 104
Нагорный Н.М. 64
Назаров О.В. 108
Напалков А.В. 44
Нартов А.К. 3
Насонов В.П. 168
Наумов Б.Н. 5, 101, 292, 326
Наумов В.Б. 41
Наумов В.Г. 87
Наур П. 64, 69
Небылов А.В. 207-208
Недосекин Д.Д. 115
Нейман Дж. 7
Неймарк Ю.И. 82, 256
Нелепин Р.А. 22
Немков В.С. 106
Немура А. 104
Немчинов В.С. 237
Несенюк Л.П. 203-205, 207, 209
Нестеров Е.И. 191
Нестеров Т.В. 333, 336-337

- Никитин А.В. 44, 125
Никифоров В.О. 37, 83, 208
Никифорова Е.В. 65
Николаи Е.Л. 60
Никольский Г.Н. 19, 61
Никончук О.М. 205
Новиков Б.А. 70, 73, 76
Новиков В.А. 105, 106
Новиков В.В. 92, 106
Новиков Ф.А. 307
Новожиллов В.В. 101, 292
Новосельцев Я.В. 87
Новосёлов А.И. 27
Ноздруков Н.Р. 160
Норневский Б.И. 14-15, 85, 89, 93-94, 283, 296
Носков В.П. 134
Нуждин В.Н. 104
Образцов И.Ф. 291
Оводенко А.А. 44, 125
Овсиевич Б.Л. 320
Овсянников Д.А. 297-303
Овсянников Е.К. 163
Оганесян Л.А. 319
Одинцов А.А. 88, 204
Одинцов Г.В. 14
Окон И.М. 202-203
Окрепилов В.В. 163
Олейников В.А. 23-24, 86, 90-92, 94-95
Олянюк П.В. 171, 200
Оморов Р.О. 27
Оппельт Винфред 12
Орбели Л.А. 43
Оревков В.П. 78
Орурк И.А. 28
Осипов А.В. 207
Осипов Л.А. 28
Осовец С.М. 329
Островитянов Р.В. 197
Остромухов Я.Г. 203
Охоцимский Д.Е. 133
Ощепков П.К. 183
Павлов И.П. 3
Павлов М.А. 243
Павловский Н.Н. 59
Падалка Г.И. 135
Палагин Ю.И. 186
Паламарюк Р.О. 97
Пальтов И.П. 16, 27, 278-280
Папалекси Н.Д. 256, 311
Панфилов И.В. 167
Парин В.В. 237
Парфёнов В.Г. 39
Пархоменко П.П. 274-275
Пастухов К.В. 133
Пахомов А.И. 135
Пащенко Е.Г. 293
Педанов Е.И. 74, 306
Пелевин А.Е. 204
Пеньков М.М. 174
Первозванский А.А. 18-19, 23, 25-26, 33, 82, 260-261, 267-268
Пересада В.П. 191
Перовская Е.И. 265-266
Песчанский В.А. 319-320
Петреник Р.М. 87
Петров А.А. 294
Петров А.В. 185
Петров Б.Н. 5, 91, 101, 144, 234, 241, 257, 263-264, 267, 271-274, 287, 292
Петров В.В. 254
Петров И.Г. 187
Петров Ю.Б. 105
Петров Ю.П. 22, 221
Петрова Л.Т. 220, 223-224
Петрушина Т.И. 307
Петухов В.Е. 176-178, 337
Петухов Г.Б. 173
Петушков М.К. 205
Пешехонов В.Г. 32, 202, 204-205, 207-209
Писарев С.Е. 249
Пистолькорс А.А. 84, 311
Письменный Г.В. 280
Питтель Б.Г. 81
Платонов А.К. 133
Плескунин В.И. 92, 105-106
Плисс В.А. 21-23
Плотников А.В. 97
Плюснин В.У. 35
Погромский А.Ю. 83
Подвязный Я.П. 135
Познанский А.Б. 196
Полетаев А.М. 164-175
Половко А.М. 16, 26, 165, 279
Половников В.И. 168
Половченко Р.И. 6

- Полтырев Г.Ш. 121
Полужков Р.А. 19, 26, 97
Поляков А.О. 150, 162
Поляков А.П. 174
Поляков Г.И. 171
Поляков Н.Д. 105, 107
Поникаровский Г.Н. 88
Пономарёв В.М. 16, 25-26, 29-30, 33, 143-163, 165, 175
Понтрягин Л.С. 20-21, 91, 269
Попечителей Е.П. 116
Попов А.П. 72
Попов А.С. 3, 33-34, 84, 226, 235
Попов В.К. 59-61, 244, 247
Попов В.Н. 305
Попов Е.П. 5-6, 12-13, 15-16, 22, 25, 81-82, 90, 164-166, 175, 257, 261-264, 276-282, 289, 296, 299
Попов З.М. 269
Попов О.С. 15, 99
Порошин Б.С. 68
Порфирьев Л.Ф. 166
Поснов Н.Н. 221
Посохин Н.И. 168, 171
Поспелов Г.С. 5, 145
Поспелов Д.А. 5-6, 82, 320, 329
Постников В.Н. 18
Постников Е.В. 105
Потапов А.М. 140-141
Потехин В.А. 171, 186
Пошехонов Л.Б. 108
Прангишвили И.В. 275
Присяжнюк С.П. 171-172
Пришвин А.М. 24, 91
Прокопчина С.В. 115
Прокофьев Г.И. 114-115
Проскурников А.В. 83
Прохоров А.М. 3
Прохорович В.Е. 174
Птушкин А.И. 174
Пуанкаре А. 10, 301
Пугач А.А. 140
Пугачев В.С. 274
Пузанков Д.В. 105, 107, 112-114
Пустыльников 104
Путин В.В. 219
Путов В.В. 112, 114
Рагаццини Д. 17, 256
Радунская И.Л. 226, 235, 239
Радченко А.Н. 122
Радченко П.И. 103
Райхман Дж. 43
Ракитский Ю.В. 20
Раков Ю.Е. 162
Рапопорт Э.Я. 104
Расплетин А.А. 84
Рассел С. 335
Рассудов Л.Н. 92, 105-106, 112, 114-115
Растрингин Л.А. 44
Ращепкин Н.В. 337
Регель А.Р. 3, 216
Резван В. 82
Резников Б.А. 167-168, 171-172
Решетникова Н.Н. 44, 125
Ривкин С.С. 202, 205
Ринкевич С.А. 12, 14, 84-85, 89, 91
Родионов В.Д. 108
Розенблат М.А. 79, 93
Розенблюм Л.Я. 97, 317-330
Розенвассер Е.Н. 24, 26, 281-282
Розенцвейг В.Ю. 241
Рожанский Д.А. 183, 311
Розоноер Л.И. 329
Рокоссовский К.К. 231
Романов В.Е. 44
Романов Л.М. 171
Романовский И.В. 63, 69, 71, 77, 220-225
Ромейков А. 280
Ростовцев Ю.Г. 171-172, 174
Рубашкин И.Б. 285
Рудницкий Б.Е. 167, 171
Румянцев Б.И. 175
Румянцев И.А. 45, 50-51
Рутковский В.Ю. 82
Рыбаков И.В. 164-175
Рыжиков Ю.И. 166
Рытов С.М. 182-183
Рябинин И.А. 12
Сабинин Ю.А. 27, 289, 295
Савик В.Ф. 202-209
Савицкая В.Г. 45, 51
Савкин А.В. 81, 83
Савченко В.И. 175
Сазонов А.Е. 207
Сайбель А.Г. 174
Сайдов П.И. 88, 94, 99
Самарский А.А. 49, 129

- Самойлов Л.К. 97
Самосюк Г.П. 67, 71
Сапожков К.А. 97
Сапожников И.Н. 207
Сапожников Р.А. 140
Сарычев В.А. 179-201
Сафаров Р.Т. 170
Сафонов В.О. 76-77
Свирский Е.А. 88
Севент К.Д. 14
Седякин Н.М. 172-173
Селеджи С.М. 78
Селютин В. 97
Селяков М.И. 186
Семенихин 336
Семенов А.И. 160
Семёнов В.В. 260-261, 265, 267
Семёнов В.Е. 53
Семёнов И.М. 58
Семёнов Н.Н. 3, 59, 243, 264
Сендюрёв В.М. 15, 99
Сергеев М.Б. 125
Сергеев М.С. 168
Сергеев Э.В. 283-284, 286
Серебрянникова Л.И. 72
Сетров М.И. 44
Сеченов И.М. 3
Сечкин А.С. 175
Сёке П. 72
Сиверс А.П. 312, 316
Силагадзе Г.С. 306-307
Симон Ж. 145
Ситников Ф. 310
Сифоров В.И. 5, 33, 84, 164, 169, 175, 215, 234, 238, 276, 278, 309-316
Скалон А.И. 27
Скобельцин Д.В. 243-244
Скороходов Д.А. 207
Скрицкий А.А. 85
Слезкинский С.К. 168
Слив Э.И. 88
Слисенко А.О. 75-76, 159-160
Слухотский А.Е. 105
Смагин В.А. 173
Смирнов А.В. 162
Смирнов А.М. 112
Смирнов В.В. 142, 166
Смирнов В.Б. 124
Смирнов В.И. 84, 293, 298-299
Смирнов В.И. 100, 184, 189
Смирнов Н.А. 103
Смирнова В.Б. 81
Смирнова Т.Н. 223
Смит Отто 269-270
Смоктый О.И. 151-152
Смоленский В.В. 330
Смолин В.П. 142
Смолицкий Х.Л. 167
Смолов В.Б. 26, 33, 36, 84, 87, 93, 97-98, 104, 107, 287
Смольников Л.П. 24, 92, 94-95
Смолянинова Е.П. 45, 51
Смуров А.А. 84
Соболев С.Л. 79
Советов Б.Я. 18, 40, 92, 96, 102, 112, 115, 117
Созина Н.Н. 215, 284, 287-288
Соколов Б.В. 4, 171-172
Соколов Г.Н. 266, 268-269
Соколов С.Я. 84
Соколов Т.Н. 19-20, 33, 36, 43, 61, 176-178, 257, 262, 331-337
Соколовский Г.Г. 92, 105-106, 113
Соловьёв Г.А. 196
Соловьёв Е.Б. 106-107
Соловьёв И.П. 76
Соловьёв М.В. 88
Соловьёв Н.В. 24, 91
Сологуб П.С. 133
Солодовников А.А. 57-59
Солодовников А.И. 17-18, 90, 103-104, 285-286
Солодовников В.В. 12, 15, 86, 254-258, 262-263, 272, 274, 277
Соломенко Н.С. 99, 295
Соломенко С.Н. 295
Сольницев Р.И. 88, 108
Соммервил Дж. 263
Сомов О.И. 9-10
Сотсков Б.С. 12, 59, 234, 238, 245-246, 248, 250-254
Спиридонов А.М. 162
Спиркин А.Г. 238
Сталин И.В. 231-233
Станкевич А. 39
Станкевич Д.С. 115

- Старжинский В.М. 81
Стародубцев Н.А. 330
Стародубцев Н.И. 104
Старос Ф.Г. (*А. Сарант*) 34, 44, 123, 140, 188-189
Сташкевич А.И. 171
Степлов В.А. 10, 33
Степанов В.А. 74, 305-306
Степанов М.Г. 171
Степанов О.А. 202-209
Степура Э.Ф. 265, 268
Стефани 274
Стешкович Н.Т. 142
Стогов Г.В. 171
Сторм Герберт 269
Стоцкий А.А. 82
Сурин С.С. 68
Сыздыков Д.Ж. 105
Таиров Ю.М. 107, 293
Танский Е.А. 12, 27
Тарасов В.С. 176, 333
Тарбеев Ю.В. 163
Тарелкин Е.Б. 133
Татаринов В.В. 475
Татаринов Ю.С. 311
Таубин А.Р. 322, 330
Тахтаджян Л.А. 43
Тейман А.И. 271
Терехов А.Н. 72, 77
Терехов В.А. 18, 31, 90-91, 95, 98, 118-119, 286
Тили С.Ю. 132
Тиль А.В. 202
Тимофеев А.В. 22, 30, 81
Тимофеев В.А. 12, 84-86, 100
Тимофеев В.И. 187
Тимохин В.И. 97-98, 293
Титков Б.В. 174
Титов Г.А. 87
Тихонов А.А. 116
Тихонов А.Н. 186
Тихонов В.С. 98
Тихонов О.Н. 12
Тихонов С.Н. 24
Тишков А.В. 76
Ткачев Е.А. 171
Товстик Т.М. 71
Тозик В.Т. 44
Токарев Б.Н. 94
Томчин Д.А. 208
Топчиев Ю.И. 263
Торгашев В.А. 35, 124-125, 152
Торопов Ю.А. 108
Трапезников В.А. 5, 259, 261-264, 267-268, 272-275
Троицкий В.А. 23
Тропп Э.А. 3
Трофимов К.Н. 233
Трудов А.В. 175
Ту Ю. 17
Тубольцева В.В. 159
Тупысев В.А. 206
Турчак А.А. 181
Турчина Е.Д. 142
Тучкевич В.М. 144, 213, 215
Тучков Л.Т. 164, 171
Тыугу Э.Х. 97, 307
Тюкин И.Ю. 33, 118-119
Угрюмов Е.П. 97-98
Уланов Г.М. 254, 271, 274
Урусов И.Д. 270
Устинов С.М. 20
Ушаков А.В. 27
Ушаков В.Б. 12
Фабрикант Е.А. 166, 203
Фабриков В.А. 152
Фаддеев Д.К. 304
Фаддеева В.Н. 221
Фармаковский С.Ф. 87, 202, 324
Фатеев А.В. 12-15, 84-86, 89, 92, 95-96, 104, 262, 283, 286, 296
Фатеев В.Ф. 170
Федосеев С.В. 132
Фельдбаум А.А. 254, 256, 269, 278
Фет Я.И. 6, 221, 225
Фёдоров Н.Ф. 153
Фёдоров С.М. 14-15, 17, 86, 166, 279
Филатов Ю.В. 115
Филиппов Л.И. 316
Финкельштейн М.С. 206
Фитиалов С.Я. 65-66, 69
Фихтенгольц Г.М. 304
Флегонтов А.В. 150
Флёров А.Н. 135
Фок В.А. 233
Фомин Б.Ф. 31, 101, 117-118

- Фомин В.Н. 22, 80-81
Фомина Е.Н. 260, 265
Фомичев В.С. 105
Фрадков А.Л. 22, 26, 30-31, 79-83, 104, 185, 208
Франк И.М. 3
Франк М. 117
Французов Н.М. 20
Фредкин Э. 145
Фрейдзон И.Р. 94, 99
Фрейман И.Г. 84, 215, 229, 311
Фремке А.В. 12, 57, 89
Френкель Я.И. 3, 215
Фриде Б.Я. 186
Фридман А.А. 3
Фролов В.Н. 18, 104
Фролов К.В. 101, 292
Фролова Г.С. 45, 51
Фурута К. 82
Хабибулин А.Е. 132
Хайкин С.Э. 61, 256
Халанай А. 82
Халкиопов В.С. 28
Халкиопов С.Н. 162
Ханенко В.Н. 154, 162-163
Харитон Ю.Б. 43
Харичев В.В. 80
Харкевич А.А. 43, 84, 237, 309
Хаффмен Д. 320
Хвоц С.Т. 97
Хейсин В.Е. 23
Хитров Г.М. 297-303
Хлыпало Е.И. 16, 90
Ходаков А.И. 53
Ходоров Т.Я. 324
Холопов А.И. 166
Хомоненко А.Д. 167
Храмой А.В. 6, 255, 263
Хрущёв Н.С. 140, 264
Хургин Я.И. 237
Цандер 75
Царицына И.В. 65
Цветков К.Ю. 172
Цейтин Г.С. 33, 63, 67-73, 75, 308
Цетлин М.Л. 237, 329
Цыпкин Я.З. 5, 17, 80, 82, 101, 109, 238, 254, 256, 259-260, 262, 269, 278, 292
Цуккерман М.Л. 12, 27, 57
Чавчанидзе В.В. 43
Чарин Н.А. 299
Чебышев П.Л. 3, 10, 33
Челпанов И.Б. 19, 202-209
Челпанов С.С. 188
Черкесов Г.Н. 20
Чернецкий В.И. 166, 279
Чернышёв А.А. 56-59
Чернышёв В.Н. 115
Чернышёва Л.В. 152
Черниговский В.Н. 43
Черноруцкий И.Г. 20, 61
Чернышёв В.Н. 115
Чернявский Е.А. 97-98, 104
Чертовский В.А. 18
Честнат Г. 14-15, 91, 256
Четаев 33
Четвериков В.М. 289
Четков А.В. 168
Чечурин С.Л. 104
Чижов Д.С. 9-10
Чирков М.К. 83
Чирцов А.С. 45, 51
Чистов А.Л. 159
Чурилов А.Н. 80-81
Шалыгин А.С. 142, 186
Шалыто А.А. 330
Шамрай Б.В. 14, 86, 93
Шанин Н.А. 76
Шаповалов Е.Н. 175
Шапот Д.В. 334-336
Шапошников А.А. 215
Шаров С.Н. 26, 90, 104
Шароватов В.Т. 140
Шаршеналиев Ж.Ш. 105
Шателен М.А. 59, 84, 243-244
Шатов В.А. 196
Шауман А.М. 66
Шебшаевич В.С. 169, 199
Шейнин Ю.Е. 124, 129
Шекунова Н.А. 121, 125
Шеннон К.Э. 121, 179, 256, 266
Шепелявый А.И. 83
Шеповальников А.Н. 150
Шестаков В.М. 105
Шидловская Н.А. 65
Шилов В.В. 7
Шильяк Д. 82

- Шимелевич Л.И. 206
Ширман Я.Д. 169, 313
Широков А.М. 43
Ширяев А. 81
Шитов И.В. 170
Шкиль М.В. 171
Шкиртиль В.И. 124, 160
Шляпников В.А. 192
Шмидт А.А. 80
Шнейдеров В.С. 150
Шоймаши А. 72
Шокальский Ю.М. 227
Шоллар Ф.Ф. 227
Шпагин С.В. 178
Шрамков Е.Г. 57-59
Штайнбух К. 43
Штейнгауз Л.Н. 57
Штанько В.Г. 191
Шубочкина Т.А. 71
Шумилов Л.А. 97
Шунейко В.С. 184
Шура-Бура Р.М. 68, 73, 305, 308
Щепкина В.М. 279
Щербаков С.В. 106
Щербаков Ю.А. 88
Щесняк С.С. 171
Шулейкин М.В. 59
Щукин А.Н. 84
Эйлер 3, 14, 84
Эпштейн В.Л. 221
Эпштейн Л.Е. 254
Эшби У.Р. 43, 179
Юнгер И.Б. 105, 107
Юргенсон Р.И. 27, 92
Юревич Е.И. 12, 25-26, 31
Юрков Е.Е. 44
Юрков Ю.А. 199
Юров Ю.Я. 87
Юсупов Р.М. 3-7, 16, 24-26, 30, 33-41, 44, 82, 102, 157, 165, 173-175, 276-282
Юсупова Е.Н. 293
Ющенко А.С. 280
Яблонский С.В. 5, 241
Явор А. 117
Яворский В.Н. 140
Яглом А.М. 44
Якоби Б.С. 3
Яковенко Н.Г. 142
Яковлев А.А. 174, 185
Яковлев А.В. 97, 330
Яковлева В.А. 71
Яковлев В.Б. 6, 9-32, 84-119, 283-296
Яковлев В.В. 97
Яковлев С.А. 115
Яковлева М.А. 224
Якубович В.А. 21-22, 25-26, 44, 79-83, 97, 185-186
Янковский Л.Н. 188
Ян Си Зен 268
Янушкевич В.Е. 205
Ярошенко А.В. 195
Ястржемский Н.Ф. 10
Яфраков М.Ф. 166
Яшин А.М. 20, 178, 333-334, 336-337

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие редактора (<i>чл.-кор. РАН Р.М. Юсупов</i>).....	3
ЧАСТЬ I. О РАЗВИТИИ КИБЕРНЕТИКИ И ИНФОРМАТИКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ	
О вкладе Петербургских ученых в формирование и развитие теории автоматического управления (<i>Яковлев В.Б.</i>).....	9
Развитие информатики и информационных технологий в Санкт-Петербурге (Ленинграде) (<i>Юсупов Р.М.</i>).....	33
50 лет секции кибернетики Санкт-Петербургского Дома Ученых РАН (<i>Игнатьев М.Б., Волкова В.Н., Куберская Н.А.</i>).....	42
Школьной информатике в Ленинграде (Санкт-Петербурге) – четверть века (<i>Игнатьев М.Б., Вус М.А.</i>).....	49
ЧАСТЬ II. ДОСТИЖЕНИЯ НАУЧНЫХ ШКОЛ И КОЛЛЕКТИВОВ	
Развитие информационной техники и теории управления в Политехническом институте в первой половине XX века (<i>Кнорринг В.Г.</i>).....	56
Из истории отделения информатики математико-механического факультета Санкт-Петербургского университета (<i>Мартыненко Б.К.</i>).....	63
Научная школа по теоретической кибернетике В.А. Якубовича в Санкт-Петербургском (Ленинградском) университете (<i>Фрадков А.Л.</i>).....	79
Научно-педагогические школы СПбГЭТУ в области систем и средств автоматического управления и обработки информации (<i>Яковлев В.Б., Кузьмин Н.Н.</i>).....	84
О развитии кибернетики и информатики в Государственном университете аэрокосмического приборостроения (<i>Крук Е.А.</i>).....	120
Вклад Балтийского государственного технического университета “Военмех” им. Д.Ф. Устинова в развитие информатики и кибернетики (<i>Ипатов О.С., Загаивили Ю.В., Веселов В.А., Керножицкий В.А.</i>).....	131
Информатика и кибернетика в работах Ленинградского института информатики и автоматизации АН СССР (1974–1990 гг.) (<i>Пономарев В.М.</i>).....	143
История развития кибернетики и информатики в Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского (1941–2006 гг.) (<i>Гончаревский В.С., Калинин В.Н., Кромский Б.В., Полетаев А.М., Рыбаков И.В.</i>).....	164
ФГУП «НПО «Импульс» и информационно-вычислительные системы управления сложными объектами (<i>Михайлов Б.Г., Петухов В.Е., Александров А.М.</i>).....	176

Кибернетические исследования и разработки в ОАО «НПП «Радар ммс» (Сарычев В.А.).....	179
Прикладные исследования и разработки ЦНИИ «Электроприбор» в области автоматического управления (Колесов Н.В., Савик В.Ф., Степанов О.А., Челпанов И.Б.)	202
Часть III. ВЫДАЮЩИЕСЯ УЧЕНЫЕ	
Академик Жорес Иванович Алфёров: Гражданин. Ученый. Патриот (Вус М.А.)	212
Исследования Леонида Витальевича Канторовича в области программирования в 1950-х годах (Романовский И.В.)	220
«КИБЕР-БЕРГ»: Академик Аксель Иванович Берг (Вус М.А.).....	226
Академик Воронов Авенир Аркадьевич (Игнатъев М.Б.).....	242
О Евгении Павловиче Попове (Юсупов Р.М.)	276
Александр Александрович Вавилов – ученый, педагог, организатор науки и высшей школы (Яковлев В.Б.)	283
Владимир Иванович Зубов (Овсянников Д.А., Хитров Г.М.)	297
Святослав Сергеевич Лавров (Агамирзян И.Р.).....	304
Владимир Иванович Сифоров (Вус М.А.)	309
О Викторе Ильиче Варшавском (Розенблюм Л.Я.)	317
Тарас Николаевич Соколов (Кракау Т.К.)	331
Об авторах	338
Именной указатель	340

Научное издание

ИСТОРИЯ ИНФОРМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ (ЛЕНИНГРАДЕ)

Выпуск 1

Яркие фрагменты истории

Утверждено к печати

*Ученым советом Санкт-Петербургского
института информатики и автоматике РАН*

Редактор издательства *Н. А. Калинина*

Оригинал-макет подготовлен в СПИИРАН *С.Л. Кузьминой*

Лицензия ИД № 02980 от 06.10.2000

Сдано в набор 07.08.2008. Подписано к печати 25.12.2008.

Формат 70×90/16. Бумага

Гарнитура Таймс. Печать

Печ.л. 22,25. Уч.-изд.л. 34,0.

Тираж 500. Тип. зак. №

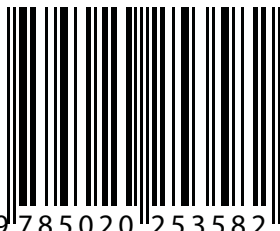
Санкт-Петербургская издательская фирма “Наука” РАН

199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, 1

E-mail: main@nauka.nw.ru

Internet: www.naukaspb.spb.ru

ISBN 978-5-02-025358-2



9 785020 253582