

ИНФОРМАЦИОННО-
АНАЛИТИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
№1/2020

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



стр. 6

Путь в новое десятилетие

стр. 23

Иосиф Акопян – главный конструктор

стр. 38

Новая инерциальная
навигационная система

стр. 52

БРЛС вертолётов морского
базирования

стр. 77

Искусственный интеллект

стр. 87

Европейские истребители будущего





**Предновогоднее обращение
генерального директора АО «КРЭТ» Николая Колесова**

Дорогие друзья, читатели журнала «Радиоэлектронные технологии», уважаемые коллеги! Каждый год к нам приходит этот волшебный праздник, но всё равно мы воспринимаем его как новый, добрый, желанный и верим, что всё загаданное нами в новогоднюю ночь исполнится. Этот праздник – с особой новогодней суеютой и хлопотами, с добрыми традициями, которым мы следуем с надеждой и верой в самое лучшее.

2019 год для каждого человека, для каждой семьи был, разумеется, своим. Кто-то назовёт его удачным. Кто-то – непростым временем преодоления трудностей. Каждый из нас, уверен, стремился к достижению намеченных планов, стремился сделать что-то хорошее для страны, для своих близких, для тех, кто рядом и нуждается в помощи и поддержке. Сам путь к поставленной цели, движение вперёд, готовность приносить пользу – это всегда развитие, приобретение опыта и знаний.

Пусть уходящий год запомнится всем как ещё один важный, значимый этап жизни. Мы его провожаем в историю и понимаем, что впереди много новых забот, дел, масштабных планов. Уверен, что вместе мы обязательно добьёмся успеха, решим самые сложные задачи. Всё в наших руках, и всё зависит только от нас!

Умение творить, помогать, быть чуткими, дарить добро наполняет жизнь истинным, человеческим смыслом. Где бы мы ни находились: за семейным столом, в весёлой компании, на праздничных улицах, – нас объединяет приподнятое новогоднее настроение, а современные радиоэлектронные технологии позволяют разделить наши чувства с дорогими людьми, которые могут находиться за сотни, тысячи километров.

Мои особые поздравления – всем, кто в праздничные дни работает, выполняет профессиональный долг. Мы вместе – и в новогоднюю ночь, и в наших общих повседневных делах. Сплочённость, дружба, бескорыстная любовь к России умножают наши силы для достойных поступков и высоких достижений.

Желаю, чтобы в новом, 2020 году в жизни каждого человека, каждой семьи произошли перемены к лучшему, чтобы все были здоровы, чтобы рождались дети и чтобы они радовали нас. Искренне желаю всем успехов и благополучия. А все вместе пожелаем мира и процветания нашей великой Родине!

«Радиоэлектронные технологии»

Информационно-аналитический журнал

Учредитель и издатель – акционерное общество «Концерн Радиоэлектронные технологии»
Автор идеи – Николай Колесов

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

И.Г. АКОПЯН – научный руководитель, советник генерального директора АО «МНИИ «Агат»
А.В. АКСЕНОВ – президент региональной организации «Ветераны ВТС»
А.А. АЛЕКСАНДРОВ – ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана
В.И. БАРКОВСКИЙ – доктор технических наук
В.Н. БОНДАРЁВ – председатель Комитета Совета Федерации по обороне и безопасности
Ю.И. БОРИСОВ – заместитель председателя Правительства Российской Федерации
П.Л. БУДАГОВ – генеральный директор АО «Государственный Рязанский приборный завод»
В.В. ГУТЕНЁВ – первый заместитель председателя Комитета Госдумы РФ по экономической политике, промышленности, инновационному развитию и предпринимательству, первый вице-президент СоюзМаш России
Ю.Н. ГУСЬКОВ – первый заместитель генерального директора – генеральный конструктор АО «Корпорация «Фазотрон-НИИР»
Г.И. ДЖАНДЖГАВА – заместитель генерального директора по НИОКР бортового оборудования – генеральный конструктор АО «КРЭТ»
В.В. ДОЦЕНКО – советник ректора, Томский государственный университет
Е.А. ДРОНОВ – генеральный директор АО «АК «Туламашзавод»
А.П. ИСАЙКИН – член Совета директоров АО «Рособоронэкспорт»
В.А. КАГАДЕЙ – первый заместитель генерального директора по стратегическому развитию и науке АО «НПФ «Микран»
Н.А. КОЛЕСОВ – генеральный директор АО «Концерн Радиоэлектронные технологии»
Г.Н. КОЛОДЬКО – первый заместитель генерального директора – технический директор АО «Государственный Рязанский приборный завод»
А.Г. КУЗНЕЦОВ – генеральный директор ПАО «МИЭА»
О.В. КУСТОВ – главный редактор журнала «Радиоэлектронные технологии»
С.Ф. ЛАДЫГИН – заместитель генерального директора АО «Рособоронэкспорт»
Ю.И. МАЕВСКИЙ – генеральный конструктор системы РЭБ, заместитель генерального директора по научной работе АО «КРЭТ»
В.И. МЕРКУЛОВ – заместитель генерального конструктора АО «Концерн «Вега»
И.Г. НАСЕНКОВ – генеральный директор АО «Технодинамика»
Д.М. НИЗАМУТДИНОВА – управляющая делами АО «Концерн Радиоэлектронные технологии»
Б.В. ОБНОСОВ – генеральный директор АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение»
И.Я. ОЗАР – генеральный директор ПАО «Компания «Сухой»
В.Б. ПОЛЯКОВ – генеральный директор ООО «ОАК – Центр комплексирования»
В.Я. ПОСПЕЛОВ – член Коллегии Военно-промышленной комиссии Российской Федерации
В.И. СОЛОЗОВОВ – заместитель генерального директора ПАО «Туполев» по проектированию и НИОКР
Ю.Б. СЛЮСАРЬ – президент ПАО «Объединённая авиастроительная корпорация»
К.И. СЫПАЛО – генеральный директор ФГУП «ЦАГИ», член-корреспондент РАН
А.Е. ТЮЛИН – генеральный директор АО «Российские космические системы»
Е.А. ФЕДОСОВ – научный руководитель ФГУП «ГосНИИАС», академик РАН
А.В. ФОМИН – заместитель министра обороны Российской Федерации
Р.Р. ХАКИМОВ – президент ПАО «Корпорация «Иркут»
В.В. ХАНЫЧЕВ – генеральный директор АО «ЦНИИ «Курс»
С.В. ХОХЛОВ – генеральный директор ФГУП «ГосНИИАС»
С.Л. ЧЕРНЫШЁВ – научный руководитель ФГУП «ЦАГИ», академик РАН
В.А. ШЕВЦОВ – заведующий кафедрой инфокоммуникаций МАИ
И.А. ШЕРЕМЕТ – вице-президент Академии военных наук, член-корреспондент РАН
А.В. ШЛЯХТУРОВ – председатель Совета директоров АО «Гарнизон»

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

О.В. КУСТОВ

kustov@hi-tech.media

Технический редактор

Б.И. КАЗАРЬЯН

kazar@hi-tech.media

Обозреватель

В.А. ГУНДАРОВ

gundarov@hi-tech.media

Помощник главного редактора

Е.М. КУЗНЕЦОВА

kuznetsovaem@phasotron.com

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации от 10 декабря 2014 года ПИ № ФС 77-60074

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ

Россия, 109240, Москва, ул. Гончарная, д. 20/1, стр. 1

Тел./факс +7 (499) 253-65-22

www.hi-tech.media

e-mail: info@hi-tech.media

Подписано в печать: 29.11.2019

Выход из печати: 12.12.2019

ИЗГОТОВЛЕНО

ООО «Объединённая промышленная редакция»

123557, Москва, ул. Малая Грузинская, д. 39

Дизайн и верстка: С.В. Селиверстова

Тираж 2000 экз. Распространяется бесплатно

Фото в номере: АО «Алмаз-Антей», АО «КТРВ», из личного архива Иосифа Акопяна, АО «ГРПЗ»,

АО «МИЭА», ООО предприятие «Контакт-1», Институт радиофизики и электроники НАН, ФГБУ ВО «РТУ

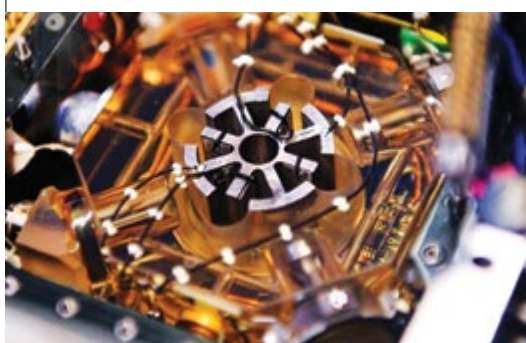
«МИРЭА», ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», ФГУП «ГосНИИАС», Богдан Казарьян

На первой обложке: фото – ЗРК малой дальности «Тор-М2»

© АО «КРЭТ»

Все авторские права защищены. Использование материалов – только с письменного разрешения редакции. Ссылка на журнал «Радиоэлектронные технологии» при перепечатке обязательна. Редакция поступившие материалы не рецензирует и не возвращает. Ответственность за содержание представленных материалов несут авторы.

«Радиоэлектронные технологии» №1/2020 (24)



КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Будущее начинается сегодня	4
Олег Кустов	

ПЕРВАЯ ЛИНИЯ

Путь в новое десятилетие	6
Алексей Криворучко	

Цифровизация эксплуатационных процессов современных воздушных судов гражданской и государственной авиации	12
Евгений Федосов, Юрий Буряк	

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Как это было	
О создании первой в СССР активной радиолокационной головки самонаведения ракеты «воздух-воздух»	19
Геннадий Савастеев	

ДЕЛА И ЛЮДИ

Главный конструктор	23
Владимир Гундаров	

Труды рязанского учёного известны далеко за пределами России	32
Дмитрий Нагорный	

КРЭТ. ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

«Аэроприбор-Восход» в стремлении к совершенству	34
Сергей Артемьев	

Инерциальные навигационные системы разработки ПАО «МИЭА»: ретроспектива и современность	38
Алексей Кузнецов	

Исследование аэродинамических характеристик приёмников воздушных давлений	43
Андрей Берг, Валерий Деревянкин, Владимир Павлинов, Александр Павловский, Владимир Солдаткин, Вячеслав Солдаткин	

Комплексное решение проблемы утилизации опасных медицинских отходов	49
Павел Будагов	

Новое поколение БРЛС корабельных вертолётов 52

Елена Ерёмкина

Система обеспечения электромагнитной совместимости.

Актуальность возрождения..... 55

Юрий Фаворов

ОПК И ВООРУЖЁННЫЕ СИЛЫ РФ

Панорама событий 60

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Двумерные координатно-чувствительные

фотоприёмники 65

Степан Петросян, Арцруни Маргарян,

Ленрик Матевосян, Карапет Авджян

ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ

Состояние и перспективы развития цифровых

оптико-электронных систем..... 69

Андрей Молчанов

ИНФОРМАЦИЯ К РАЗМЫШЛЕНИЮ

МАКС-старт МС-21 74

Богдан Казарьян

Искусственный интеллект..... 77

Виктор Поляков

Искусственный интеллект. Комплексный анализ состояния

и возможные перспективы создания..... 80

Роман Дурнев, Кирилл Крюков,

Ирина Жданенко

ПРАВОВОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ

Прокуратура на страже соблюдения трудовых

прав граждан..... 85

Алла Кирсанова

ЗАРУБЕЖНАЯ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Европейские истребители будущего 87

Владимир Чабанов, Ирина Смирнова

Новостная лента 92



Будущее начинается сегодня

ОЛЕГ КУСТОВ,
главный редактор
журнала
«Радиоэлектронные
технологии»

О будущем можно узнать, не прибегая к услугам профессиональной гадалки. Путеводителем по времени служат литературные произведения научной фантастики.

Сам этот термин по происхождению русский. Он мало общего имеет с английским *literature of ideas* (буквально – «научный художественный вымысел» или «художественный вымысел о науке»). Романы Жюль Верна и Герберта Уэллса – это «научный художественный вымысел», а Константина Циолковского, Алексея Толстого, Якова Перельмана – научная фантастика.

Появление научной фантастики в литературе подготовила в XIX веке промышленная революция. Первым произведением, написанном в этом жанре в России, стала научно-фантастическая повесть «На Луне» Константина Циолковского. Она вышла в свет в приложении к журналу «Вокруг света» в 1893 году. А очень близкую по жанру работу «Свободное пространство» Константин Эдуардович написал и того ранее – в 80-е годы XIX века. Есть в ней такие строки: «Снаряд для путешествия в свободном пространстве, который я сейчас опишу, будет служить для передвижения человека и различных предметов в абсолютной пустоте без пути, то есть без неподвижной опоры и по желаемому направлению».

Яков Перельман был не только журналистом и писателем, но ещё и математиком, физиком, популяризатором точных наук. Именно он стал основоположником жанра занимательной науки. Его рассказ «Завтрак в невесомой кухне», опубликованный в журнале «Природа и люди» в 1914 году в качестве дополнительной главы к роману Жюль Верна «Из пушки на Луну», развивал идеи Циолковского о космических полётах.

В 20-х годах прошлого века в нашей стране научная фантастика стала одним из самых популярных жанров литературы. Издавались альманахи «Искатель» и «Мир приключений». Фантастические произведения публиковались в научно-популярных журналах «Наука и жизнь», «Вокруг света», «Техника – молодёжи», «Знание – сила», «Химия и жизнь», «Юный техник», «Ураль-



ский следопыт». К сожалению, в то время ещё не было журнала «Радиоэлектронные технологии».

Такое внимание к жанру объяснялось, наверное, состоянием самого общества, а также усилиями государства по привитию людям оптимизма и веры в светлое будущее: «Мы рождены, чтоб сказку сделать былью...». И действительно, самые смелые научно-фантастические предложения буквально на глазах превращались в реальность. Юрий Гагарин совершил космический полёт в 1961 году, а на поверхность Луны человек ступил в 1969-м.

В XX веке учёные и писатели создали богатый задел научной фантастики, которым мы и сейчас продолжаем пользоваться. Например, о «Гиперболоиде инженера Гарина» (Алексей Толстой закончил работу над романом в 1927 году) вспоминают в связи с принятием на вооружение лазерного комплекса «Пересвет». А с продемонстрированным в закрытой экспозиции форума «Армия-2015» новым оружием ассоциируется фантастический силовой щит, описанный Александром Беляевым в романе «Борьба в эфире». Впервые рассказ был опубликован в журнале «Жизнь и техника связи» также в 1927 году под названием «Радиополис».

Оба произведения можно отнести к жанру так называемой «твёрдой» научной фантастики, которая опирается на известные в момент написания научные законы.

Порождённая третьим технологическим укладом научная фантастика по своему характеру была оптимистической, жизнеутверждающей, созидательной. В ней главный герой – человек, он находится в центре мира, а умные машины

ему служат и помогают справляться с трудностями жизни.

Временной промежуток между образами научной фантастики и их воплощением составляет примерно 80–95 лет. Однако цифровые технологии придают ускорение научно-техническому прогрессу и стремительнее, чем можно было ожидать, изменяют нашу жизнь.

У нашего времени – новые литературные жанры. В 80-е годы прошлого века, как предчувствие шестого технологического уклада, появился киберпанк. Название придумал писатель Брюс Бетке (Bruce Bethke), а главный редактор журнала «Научная фантастика Азимова» (Asimov's Science Fiction) Гарднер Дозуа (Gardner Dozois) подхватил и ввёл его в литературоведческий оборот. Герои произведений – киборги, андроиды, суперкомпьютеры. Они обслуживают интересы технократических, коррумпированных и аморальных организаций и режимов. Тотальный контроль и кибернетизация общества, если верить фантастам, приведут к социальному упадку.

С учётом хронологического цикла, присущего реализации идей «твёрдой» научной фантастики, состояние общества, представленное в жанре киберпанка, может быть достигнуто через 20–30 лет.

Шестой технологический уклад внесёт в жизнь людей кардинальные перемены. Прежде всего, изменится социальный облик общественных групп. Трансформируются трудовые отношения и профессиональная структура. Произойдёт становление социально-научного сообщества.

Один из частных признаков грядущих перемен – внедрение сетей пятого поколения 5G. Они вызовут бурный рост беспилотного транспорта, в медицине получат распространение операции на расстоянии, а в сфере массовых коммуникаций и развлечений люди чаще начнут отдавать предпочтение удовольствиям, получаемым с помощью технологий виртуальной реальности.

Смена технологического уклада помимо новых решений и возможностей несёт в себе и новые проблемы. Отрицательной его стороной может стать разделение людей на имеющих ценную информацию, умеющих обращаться с новыми технологиями и не обладающих соответствующими знаниями и навыками.

Машины освободят людей от тяжёлых видов труда. Но машины, обладающие искусственным интеллектом, могут вообще заменить людей на производстве. Ожидается, что уже в ближайшие десять лет в России исчезнут 57 существующих ныне специальностей, а до 15 млн человек потеряют привычную для них работу. И это не фантастика писателей, а научный прогноз специалистов «Сколково». Те, кто окажется неспособным к овладению большими объёмами новых знаний и навыков, связанных с высокотехнологичным производством, станут «киждивенцами» общества и государства. Это породит новые социальные отношения.

Ни одним законодательством не предусмотрено определение денежного эквивалента выполняемой роботом работы и перечислений с этих сумм налогов в бюджеты всех уровней. Таким образом, российские федеральные и региональные бюджеты при сокращении числа работающих людей и замены их машинами лишатся существенного источника пополнения. Возникнет интрига в решении вопроса финансирования социальных статей расходной части бюджетов – то ли увеличится налоговое бремя для работающей части населения, то ли сократятся расходы на социальные нужды. Одним словом, фантасты предрекают трудные времена. Например, Гарднер Дозуа кратко и ёмко определил киберпанк как «высокие технологии и жалкая жизнь».

Исторический опыт подсказывает, что на негативном фоне смены технологических укладов технофобии могут проникнуть в политическую жизнь и овладеть сознанием масс, а герои многочисленных фантастических романов о восстании машин шагнут со страниц книг в повседневную жизнь.

Государства, занимающиеся производством высокотехнологичных товаров и услуг, сделают свою экономику более независимой, в то время как большинство стран окажется зависимыми от постиндустриального мира как поставщика новых технологий и информации.

Экономические санкции США и Евросоюза, на протяжении пяти лет применяемые к России, сделали нашу страну технологически более независимой, а значит, более сильной и создают хорошие стартовые условия для перехода к шестому технологическому укладу экономики. ♦

Путь в новое десятилетие

**АЛЕКСЕЙ
КРИВОРУЧКО,**
заместитель министра
обороны Российской
Федерации

Наступающий 2020 год станет знаковым в выполнении Государственной программы вооружения на 2011–2020 годы (ГПВ-2020). Мы подведём итоги ранее принятых планов и уточним контрольные цифры ныне действующей Госпрограммы вооружения, рассчитанной на 2018–2027 годы (ГПВ-2027).

ГПВ-2020 стала первой за длительный период времени полностью реализуемой, а также первой, обеспечившей переход к действительно массовым поставкам новых и современных образцов ВВСТ в войска.

Основные усилия по её выполнению были направлены на сбалансированное развитие стратегических ядерных сил, комплектные поставки современных и перспективных образцов вооружения в соединения и части постоянной готовности, создание информационно-управляющих систем, научно-технического задела, необходимого для получения новейших систем и образцов вооружения.

Одновременно с этой ГПВ была разработана и принята система целевых индикаторов. Контроль их выполнения позволил своевременно корректировать проводимые мероприятия по оснащению Вооружённых Сил современным вооружением, военной и специальной техникой (ВВСТ).

В ходе выполнения ГПВ-2020 уровень современных вооружений в стратегических ядерных силах достиг 83%, в Воздушно-космических силах – 75%, в Воздушно-десантных войсках и Военно-Морском Флоте превысил 63%, а в Сухопутных войсках – 50%. Уровень оснащённости современными средствами управления в войсках составил 67%. В целом доля современного вооружения достигла почти 68%. Напомню, что Госпрограммой вооружения ГПВ-2020 была поставлена задача вывести показатели по основной номенклатуре современного вооружения на уровень 70%. Таким образом, можно констатировать, что программа успешно выполняется, потенциал видов Вооружённых Сил и родов войск обеспечивает решение всех поставленных задач.



Напомню, с каких показателей начиналось выполнение ГПВ-2020. Доля современных средств в имеющемся парке ВВСТ была около 20% по стратегическим ядерным силам и не превышала 10% по силам общего назначения. В армиях ведущих зарубежных государств в то время этот показатель составлял 30–50%.

В 2019 году на перевооружение армии и флота выделено свыше 1,5 трлн руб., более 70% этих средств направлено на закупку современных серийных вооружений и техники. Войска получили более 2300 единиц новой и модернизированной техники. По сравнению с 2018 годом темп поставок высокотехнологичного оружия вырос на 6,7%.

Важно отметить, что поступление новой техники осуществляется синхронно с созданием для неё соответствующей инфраструктуры. В 2018 году были завершены работы по строительству, реконструкции и капитальному ремонту 3573 зданий и сооружений общей площадью 3 млн 600 тыс. квадратных метров. В 2019 году темпы строительства, связанные с введением в эксплуатацию зданий и сооружений, выросли на 15%. В соответствии с планом,

к концу декабря строители обязались сдать свыше 3750 объектов. Из них 2338 объектов сданы до октября 2019 года. Всего на развитие инфраструктуры в 2019 году выделено 168 млрд руб. Дальнейшее строительство в интересах Госпрограммы вооружения будет продолжено. В ГПВ-2027 на эти цели выделен 1 трлн руб.

Наступающий год важен тем, что он должен продемонстрировать эффективность государственных вложений в создание и организацию серийного производства ВВСТ. Успешно проходят испытания новой межконтинентальной баллистической ракеты РС-28 «Сармат», которая должна заменить в Ракетных войсках стратегического назначения тяжёлую ракету «Воевода». Концепцией комплекса «Сармат» предусматривается доставка боеголовок по траекториям, существенно затрудняющим их уничтожение даже перспективными системами ПРО. Новая ракета позволяет наносить удары по объектам на дальности до 18 тыс. км, имеет стартовую массу 208,1 т и массу полезной нагрузки около

10 тонн. Первые серийные ракеты поступят на вооружение в 2021 году.

В Воздушно-космических силах осуществляется техническое переоснащение орбитальной группировки космических аппаратов военного назначения. Практически готов к передаче в войска новый спутник наблюдения и картографирования «Барс-М», разработкой которого занимается Ракетно-космический центр «Прогресс».

В настоящее время орбитальная группировка России насчитывает 150 космических аппаратов различного назначения. Из общего их числа более 90 аппаратов функционируют в интересах Министерства обороны. Они выполняют широкий спектр задач – связи, навигации, геодезии, метеорологии, дистанционного зондирования земли, мониторинга обстановки, а также научного назначения. Необходимо отметить, что повысились качество и надёжность космических аппаратов, и прежде всего их элементной базы. Если раньше продолжительность жизни искусственного спутника на орбите

Многофункциональный истребитель 5-го поколения Су-57





Ракетный подводный крейсер стратегического назначения проекта 955

исчислялась месяцами, то современные функционируют до 15 лет. В ГПВ-2027 заложены планы дальнейшего совершенствования и обновления орбитальной группировки Космических войск, создания системы её защиты от различного воздействия.

В составе Военно-воздушных сил находится более 3 тыс. летательных аппаратов. За предыдущие шесть лет – с 2013 по 2018 год в авиационные части поступило более 1 тыс. новых и модернизированных самолётов и вертолётов. Иными словами, авиапарк обновился более чем на 65%. В большинстве своём это многофункциональные боевые комплексы дальней, оперативно-тактической и армейской авиации. В их числе 78 сверхманёвренных истребителей Су-35С поколения 4++, поставленных компанией «Сухой» в период с 2013 по 2018 год.

Планово проводится модернизация стратегических ракетносцев Ту-95, Ту-160 и дальних бомбардировщиков Ту-22М3. Они получают возможность нести как новейшие крылатые ракеты, так и другие перспективные средства поражения. Идёт строительство стратегического ракетносца Ту-160М2. Первый его полёт запланирован на 2021 год, а поставки в соединения и части дальней авиации должны начаться в

2023 году. До 2027 года будет закуплено десять таких ракетносцев.

В 2019 году Министерство обороны утвердило окончательный эскиз перспективного авиационного комплекса дальней авиации (ПАК ДА). Согласованы характеристики самолёта, подписаны все контрактные документы, необходимые для производства образцов, идут подготовительные этапы проектирования. Начало его лётных испытаний включено в ГПВ-2027. В будущем ПАК ДА должен заменить стоящие на вооружении российских ВКС самолёты дальней авиации Ту-95.

В 2019 году начато серийное производство Су-57 – перспективного многофункционального истребителя пятого поколения. До 2028 года ВКС получит от промышленности 76 самолётов, которыми будут полностью перевооружены три авиационных полка. Эти истребители оснащены современными авиационными средствами поражения и обеспечены необходимой наземной инфраструктурой. В таком объёме на новой платформе в России не делали ничего подобного за последние 40 лет.

За счёт эффективной модернизации существенно возросла мощь истребителя-перехватчика МиГ-31, на основе которого создан пер-

спективный авиационный комплекс «Кинжал», оснащённый гиперзвуковой аэробаллистической ракетой.

В 2019 году была завершена доработка до полного соответствия тактико-техническому заданию опытного образца тяжёлого транспортного самолёта Ил-76МД-90А, являющегося глубоко модернизированной версией Ил-76МД, который ранее производился на Ташкентском авиационном предприятии имени Чкалова.

В первом квартале 2020 года возобновятся лётные испытания Ил-112В. Это первый в постсоветский период лёгкий военно-транспортный самолёт, разработанный в России с нуля. Он заменит Ан-26 и его модификации.

В ноябре 2018 года Минобороны утвердило тактико-техническое задание на перспективный средний военно-транспортный самолёт, который заменит в войсках устаревший Ан-12, уникальный в своём роде. При этом в Советском Союзе было построено более 40 его модификаций. Его лётные качества по достоинству оценили лётчики у нас в стране и за рубежом. Необходимо, чтобы смена у него оказалась достойной, в связи с этим прорабатывается сразу несколько концепций. В частности, в Авиационном комплексе имени С.В. Ильюшина рассматривается эскизный проект двухдвигательного реактивного самолёта Ил-276. У компании «Туполев» также есть свой проект. Окончательный выбор в пользу того или иного проекта будет сделан после всестороннего изучения всех предложений.

В мае 2020 года планируется закончить заводские лётные испытания перспективного самолёта-заправщика Ил-96-400ТЗ. Он создан на базе грузовой модификации Ил-96-400Т и будет способен передавать свыше 65 т топлива на удалении до 3,5 тыс. км.

Максимально оперативно дооборудуется парк вертолётов армейской авиации современными бортовыми комплексами обороны с улучшенными характеристиками. Машины оснащаются новейшими средствами поражения увеличенной дальности. Холдинг «Вертолёты России» передал в войска 112 вертолётов, из них 58 – досрочно. Всего до 2027 года Министерство обороны рассчитывает получить 423 современных вертолёта, в их числе 96 удар-

ных комплексов Ми-28НМ, как это заложено в ГПВ-2027.

В войсках ПВО-ПРО в 2019 году прошли испытания новейшего зенитно-ракетного комплекса ПВО С-500 «Прометей» с проведением пусков новых ракет, не имеющих аналогов в мире. Есть уверенность, что новый комплекс будет готов к поставкам в войска в 2020 году. Его основная задача – борьба с боевым оснащением баллистических ракет средней дальности (самостоятельный перехват с дальностью пуска до 3500 км) и межконтинентальных баллистических ракет на конечном участке траектории, а в определённых случаях – и на среднем участке.

В 2019 году завершились государственные испытания новейшего зенитно-ракетного комплекса средней дальности С-350 «Витязь». В 2020 году начнётся его поставка в войска. Этот комплекс нового поколения предназначен для борьбы с аэродинамическими и баллистическими целями. Он обладает повышенной огневой мощностью, а также увеличенным запасом ракет, что крайне важно в условиях возможного массированного применения противником высокоточных средств поражения. «Витязь» придёт на смену С-300ПС и Бук-М1-2.

Объём поставок бронетанковой техники в Сухопутные войска определён в 400 новых и модернизированных образцов. Среди них – танки Т-72Б3М с отечественными прицельно-наблюдательными комплексами, Т-90М «Прорыв-3», Т-80БВМ и боевые машины пехоты БМП-1АМ.

Т-90М «Прорыв-3» отличают непробиваемая защита, автоматизированная система управления огнём и форсированный двигатель. Первые танки уже поступают в войска. Сейчас в Сухопутных войсках находится около 400 танков Т-90 различных модификаций. В соответствии с госконтрактом, подписанным летом 2019 года, все они будут модернизированы. В целом полное обновление танкового парка рассматривается военным ведомством как один из приоритетов закупочной политики на ближайшие пять лет.

Минобороны по-прежнему много внимания уделяет проекту «Армата» и танку Т-14, построенному на его основе. Перспективная машина пока находится в опытной эксплуатации.

В 2020 году планируется начать её госиспытания. На платформе «Армата» разрабатывается также новейшая тяжёлая боевая машина пехоты Т-15 с боевым модулем «Кинжал» и 57-мм орудием. Её опытный образец мы представили на Международном военно-техническом форуме «АРМИЯ-2019».

В 2020 году продолжатся государственные испытания новой зенитной самоходной установки «Деривация-ПВО» на шасси боевой машины пехоты БМП-3. Она имеет боевой обитаемый модуль с 57-мм пушкой и сможет вести огонь как по наземным, так и по воздушным целям. Одной из задач комплекса «Деривация-ПВО» будет борьба с беспилотными летательными аппаратами. Для этого разработана линейка боеприпасов, в том числе с дистанционным подрывом.

В продолжение развития ракетные комплексы «Искандер-М» будут дополнительно снаряжены высокоточными крылатыми ракетами, а подразделения ПВО – зенитными ракетами большой дальности для ЗРС С-400.

В целом перевооружению Сухопутных войск уделено большое внимание. Достаточно отметить, что на этот вид Вооружённых Сил пришлась четвертая часть всего финансирования ГПВ-2020. Это позволило получить модернизированные танки Т-90АМ, Т-80БВМ, Т-72Б3М, БМП-2М «Бережок», БМП-3М, БТР-82М, новые танки Т-14 «Армата», боевые машины пехоты «Курганец-25», «Бумеранг» и арктические «Рыцарь», самоходные гаубицы «Коалиция-СВ», реактивные системы залпового огня «Торнадо-Г/С» и «Ураган-1М», оперативно-тактические ракетные комплексы «Искандер-М», противотанковые ракетные комплексы «Хризантема-С» и «Корнет-Д1»; зенитные ракетные системы С-300В4, ЗРК «Бук-М3», «Тор-М2» и арктические «Тор-М2ДТ», робототехнические комплексы, боевые машины десанта БМД-4М и бронетранспортёры БТР-МДМ «Ракушка», перспективную самоходную противотанковую пушку «Спрут-СДМ1», экипировку «Ратник».

Военно-морской флот планомерно пополняется новыми кораблями, подводными лодками, вспомогательными судами. В 2020 году впервые за 28 лет мы примем от промышленности сразу шесть подводных лодок: четыре атомные про-

ектов 955А и 885М и две дизель-электрические проектов 636.3 и 677.

В 2020 году корабельный состав Тихоокеанского флота (ТОФ) пополнится новым корветом проекта 20380 «Герой Российской Федерации Алдар Цыденжапов», а в следующем, 2021 году – корветом «Резкий» того же проекта. Они станут, соответственно, третьим и четвёртым кораблями этого проекта на ТОФ. Главную ударную мощь корветов составляет противокорабельный ракетный комплекс «Уран».

В 2019 году подготовлен аванпроект универсального десантного корабля. Его техническое проектирование начнётся в 2020 году.

Обновление корабельного состава ВМФ увеличивает потребность в современных судах обеспечения. В соответствии с ГПВ-2020 были приняты меры для обновления вспомогательного флота. Сейчас в его состав уже принято 152 новых судна. Осенью 2019 года получены четыре судна. В гособоронзаказ на 2020 год и плановый период до 2022 года дополнительно включено строительство трёх дноуглубительных судов и пяти средних танкеров. Всего же, в соответствии с Госпрограммой вооружения ГПВ-2027, будет построено ещё 176 морских и рейдовых судов вспомогательного флота.

В завершение отмечу, что состав и содержание заданий ГПВ-2027 структурированы и оптимизированы в рамках выделенных лимитов финансирования. В соответствии с «Правилами разработки государственных программ вооружения» указанные в ней приоритеты будут уточнены в 2023 году, в ходе формирования новой программы вооружения до 2033 года.

Несмотря на западные экономические санкции, мы продолжим создавать технологически независимые системы вооружений, способные эффективно противостоять средствам нападения, откуда бы они ни происходили и какими бы современными ни были, включая воздушные гиперзвуковые средства нападения.

Можно не сомневаться, что военно-научные, трудовые и кадровые ресурсы России позволят и в дальнейшем выдерживать запланированные темпы переоснащения Вооружённых Сил Российской Федерации с тем, чтобы надёжно обеспечить безопасность нашего государства. ◆

СИЛА СОТРУДНИЧЕСТВА



ROE.RU



РОСБОРОНЭКСПОРТ

Российская Федерация, 107076,
Москва, ул. Стромынка, 27

Тел: +7 (495) 534 61 83
Факс: +7 (495) 534 61 53

www.roe.ru

«Рособоронэкспорт» – единственная в России государственная компания по экспорту всего спектра продукции, услуг и технологий военного и двойного назначения. На долю «Рособоронэкспорта» приходится более 85% зарубежных поставок российского вооружения и военной техники. География военно-технического сотрудничества – более 100 стран.

Цифровизация эксплуатационных процессов современных воздушных судов гражданской и государственной авиации

ЕВГЕНИЙ ФЕДОСОВ,

научный руководитель
ФГУП «ГосНИИАС»,
академик РАН

ЮРИЙ БУРЯК,

начальник подразделения
ФГУП «ГосНИИАС»,
доктор технических наук

С ростом интенсивности воздушных перевозок авиакомпании всё больше внимания уделяют оптимизации одного из ключевых процессов, связанных с организацией технического обслуживания (ТО) воздушных судов (ВС). Поэтому авиационные компании уже давно применяют различные информационно-управляющие системы (ИУС), которые решают задачи планирования и оптимизации, фиксации и анализа плановых и неплановых работ, выполняемых на воздушных судах с целью поддержания их лётной годности.

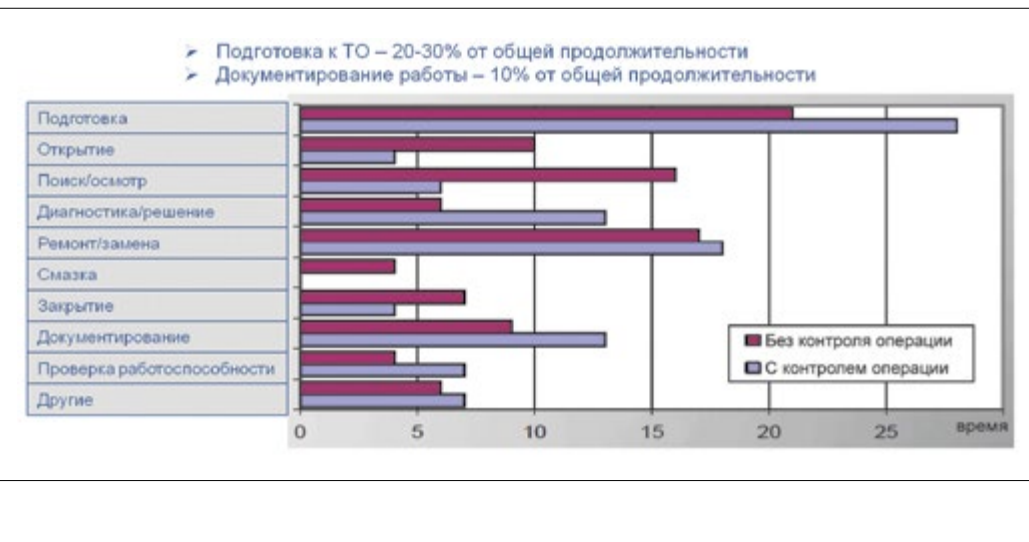
Ввод данных в ИУС пока производится вручную на основании оформленной в письменном виде документации, поступающей от непосредственно её оформившего авиатранспортного предприятия после того, когда все работы выполнены, самолёт обслужен и получена информация от экипажа.

Соответственно, при сокращении времени на ТО растёт риск человеческих ошибок, что актуализирует работы по внедрению средств автоматизации с комплексным применением безбумажных технологий, электронного документооборота, автоматической идентификации, беспроводных коммуникаций, мобильных устройств и средств инструментального контроля.

ЭЛЕКТРОННЫЙ БОРТОВОЙ ЖУРНАЛ (ЭБЖ) ВС – ПЕРВЫЙ ШАГ К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Следуя современным тенденциям, производители ВС разрабатывают все руководства по лётно-технической эксплуатации в цифровом формате, что позволяет оперативно предоставлять доступ пользователям ко всем изменениям в эксплуатационной документации, используя в

Рис. 1. Типовое распределение временных затрат при проведении ТО ВС



том числе мобильные устройства. В ряде зарубежных авиакомпаний лётным и техническим составом широко применяются для этих целей планшеты, что обеспечивает возможность получения необходимой информации непосредственно «под самолётом».

ЭБЖ ВС представляет собой интерактивное прикладное программное приложение, установленное в электронном портфеле лётчика, которое является средством визуального отображения полётного и технического журналов ВС, позволяющее лётному экипажу и обслуживающему персоналу выполнять оперативные задачи, ранее выполняемые на бумажных носителях информации.

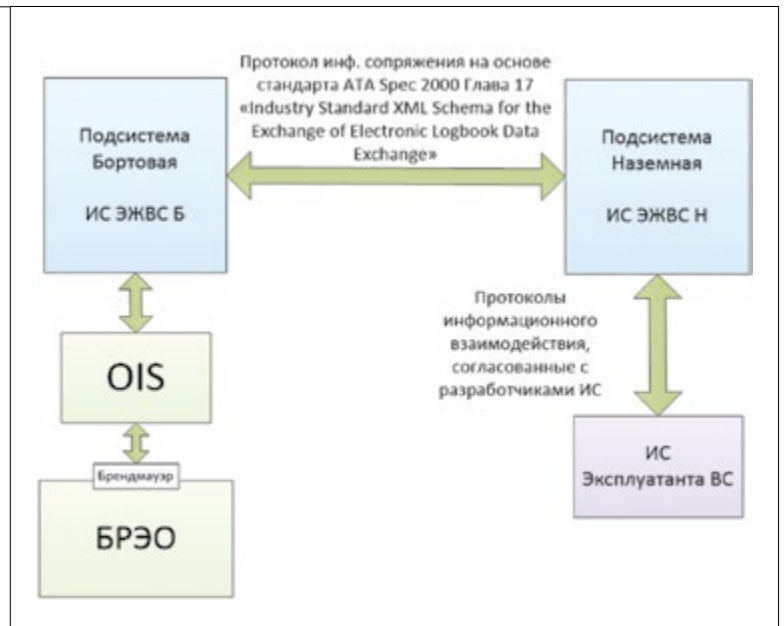
Для зарубежных авиакомпаний этот вопрос далеко не новый. Объективно это вызывается широким распространением планшетных компьютеров – планшетов. Они сравнительно дешёвые, надёжные, компактные, и люди к ним привыкли. Кроме того, они имеют решающее преимущество перед ноутбуками: наличие беспроводных интерфейсов для организации обмена данными, а также встроенной периферии, состав которой имеет тенденции к расширению.

По итогам критического анализа производительных временных потерь в процессах эксплуатации (рисунок 1) ГосНИИАС совместно с корпорацией «Иркут» провёл разработку ЭБЖ применительно к новому среднемагистральному пассажирскому самолёту МС-21.

Добиваясь максимальной степени автоматизации при вводе полётной информации и снижении временных потерь, разработчиками предложена оригинальная структурная схема информационной системы электронного журнала ВС (ИС ЭЖВС).

К её отличительным особенностям относится возможность совместного использования ЭБЖ как распределённого информационного ресурса лётным (подсистема «Бортовая») и техническим (подсистема «Наземная») персоналом, а также получения актуальных данных от бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) через бортовую информационную систему (OIS).

Внедрение разработанного решения ИС ЭЖВС несёт следующие очевидные преимущества для всех участников ТО ВС в транзитном аэропорту:



- снижение нагрузки на экипаж посредством максимальной ситуационной осведомлённости о текущем состоянии ВС при проведении обслуживания ВС за счёт отображения текущей полётной информации, ограничений и лимитов и истории проведённых ТО;
- минимизация действий при вводе данных за счёт использования средств автоматизации (справочники и классификаторы, поиск и подстановка значений), а также автоматизированное получение данных в согласованном объёме от самолётных систем и бортовой системы технического обслуживания за счёт интеграции с OIS;
- уменьшение времени и повышение качества проведения работ с ВС за счёт доступа к информации об отложенных дефектах, отказах и неисправностях;
- сокращение времени осмотра ВС, оперативное получение полных и достоверных сведений об отказах и неисправностях, их передача по назначению с принятием необходимых решений;
- минимизация действий при вводе данных за счёт использования средств автоматизации (справочники и классификаторы, поиск и подстановка значений);
- повышение качества данных для учёта ресурса и планирования ТО за счёт определения контролируемых показателей;

Рис. 2. Структурная схема ИС ЭЖВС:
OIS – бортовая информационная система;
БРЭО – бортовое радиоэлектронное оборудование

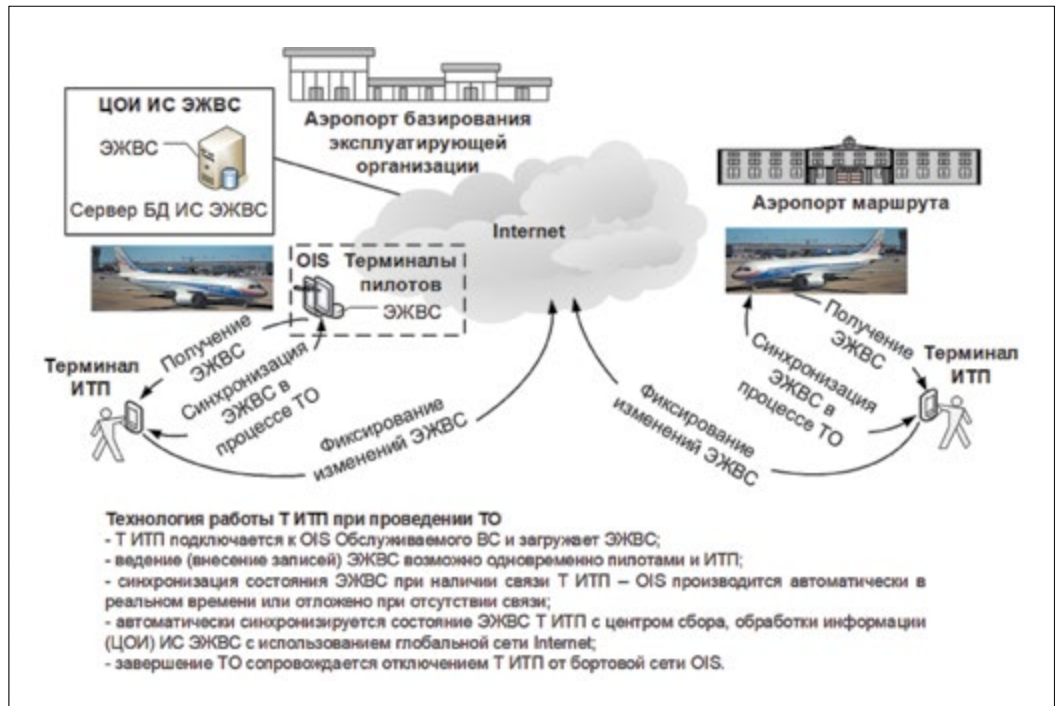


Рис. 3. Схема технических средств ИС ЭЖВС:
 ЦОИ – центр обработки информации;
 БД – база данных;
 ИТП – инженерно-технический персонал;
 Т ИТП – терминал ИТП

- расчёт расхода масла в силовых установках и генераторах за каждый полёт в литрах за час времени работы двигателей отдельно по каждой силовой установке и генератору.
- Внедрение ИС ЭЖВС не противоречит требованиям авиационных властей (рисунок 3) в части актуальности, полноты и достоверности данных о техническом состоянии ВС, однако позволит получить очевидные преимущества для эксплуатантов:
- сокращение времени для выполнения работ на ВС при подготовке к вылету;
- повышение мобильности ИТП за счёт возможности работы с актуальной документацией;
- сокращение времени осмотра ВС, необходимого для передачи информации по назначению и принятия надлежащего решения;
- сбор актуальной базы данных по неисправностям и разработка оптимальных методов их устранения;
- повышение качества данных, используемых для учёта ресурса и планирования ТО;

Рис. 4. Пример типового алгоритма контроля идентичности изделий с выявлением нарушителя – поставщика неаутентичной продукции

КВС – компонент воздушного судна,
 ЕРС – электронный код продукта,
 РЧМ – радиочастотная метка

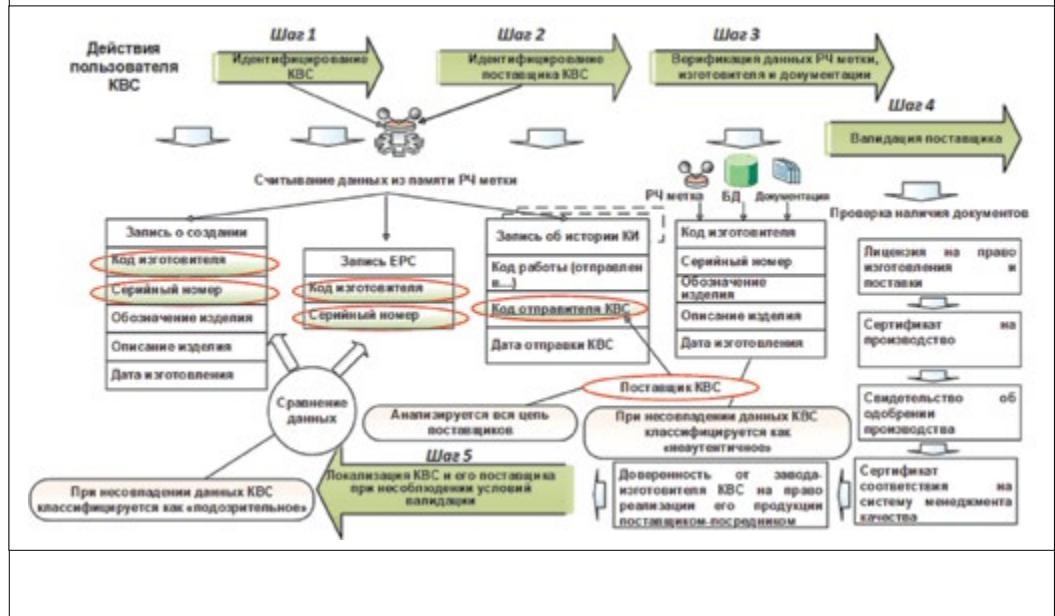




Рис. 5. Размещение РЧ-меток на элементах конструкции ВС типа ТУ-214 при проведении подконтрольной эксплуатации

- предоставление инженерно-техническому персоналу интерфейса к MRO-системам (техническое обслуживание, восстановление, капитальный ремонт), а также возможности оптимизации работ ИТП «под самолётом» и формирование для конструкторского бюро информации, необходимой для совершенствования MPD (управление планом доработок).

Универсальный характер разработанного решения, его конкурентные преимущества по отношению к зарубежным аналогам открывает возможности его использования применительно к существующим и перспективным воздушным судам отечественного и иностранного производства.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ
РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ –
ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕХАНИЗМ
ПОДДЕРЖАНИЯ СОГЛАСОВАННОГО
УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЁТОВ ВС**

Одним из основных условий обеспечения безопасности полётов является исключение применения в авиационной технике неаутентичных (контрафактных) изделий и компонентов от неподтверждённого производителя с сомнительными дубликатами паспортов,

нарушениями срока службы и установленных ресурсов.

Неаутентичные изделия проникают в производственные процессы потребителя изделий через цепочки поставок от производителей/поставщиков. Поэтому оперативная прослеживаемость цепочек поставок (история движения в эксплуатации), а также своевременности проведения регламентных работ рассматривается в качестве важного условия подтверждения аутентичности изделий (рисунок 4).

В этой связи в 2009 году в ГосНИИАС начаты работы по созданию технологии радиочастотной идентификации, обеспечивающей полное прослеживание характеристик КВС в течение всего их жизненного цикла.

Разработанная технология включает несколько блоков. Современные радиочастотные метки (РЧ-метки) для маркировки КВС могут хранить информацию объёмом от восьми килобайт и больше, выдерживать перепад температур от плюс до минус 50 градусов. Они же обеспечивают защиту хранящейся на них информации от несанкционированного доступа свыше 12 лет.

Современные устройства – ридеры позволяют считывать информацию по радиоканалу на расстоянии от полуметра до трёх метров, а её

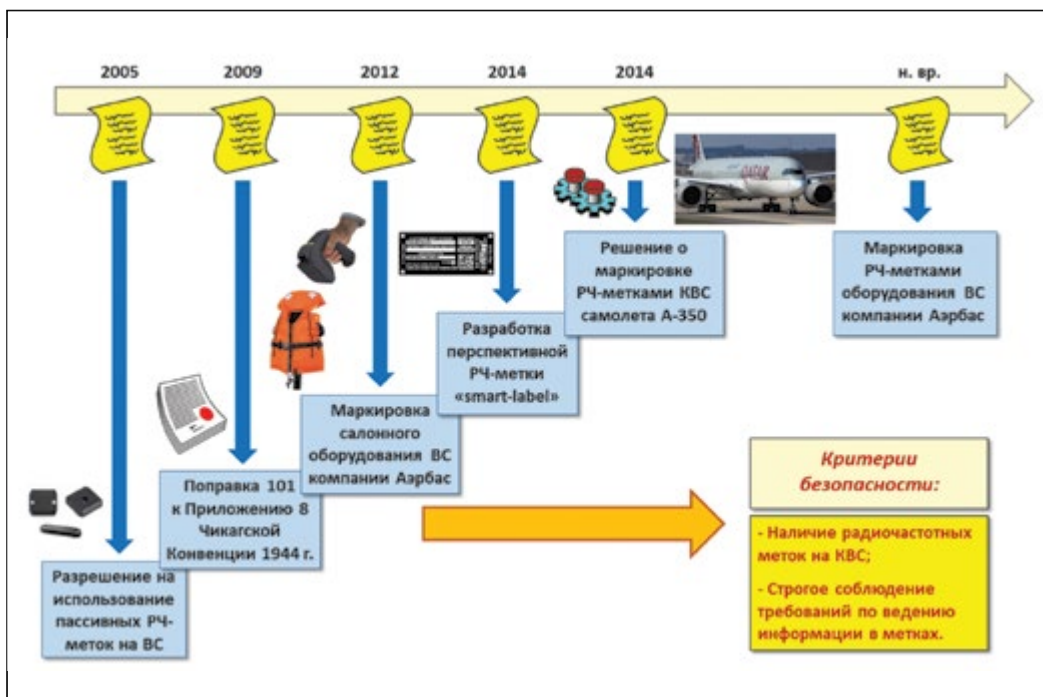


Рис. 6. Тенденции развития средств радиочастотной идентификации в интересах обеспечения безопасности полётов ВС

последующая обработка производится в блоке специальных программ. В конечном итоге по результатам выполненных работ по оценке применимости пассивных радиочастотных меток в типовой конструкции самолёта типа Ту-214 (рисунок 5) получено одобрение Авиационного регистра Межгосударственного авиационного комитета.

Анализ тенденций развития средств радиочастотной идентификации (рисунок 6) доказывает большую заинтересованность конечных потребителей в их использовании. Применение радиочастотных методов помогает авиакомпаниям ощутить экономию при обслуживании ВС в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Самый простой пример – инвентаризация салонного оборудования. В салоне гражданского самолёта сотни кресел, кислородных масок, баллонов или спасательных жилетов, срок замены или сервиса которых – разный. Процедура проверки вручную всего этого оборудования и систем требует вывода ВС из эксплуатации на многие часы. Например, кислородные маски скрывают легкосъёмные панели, монтаж которых требует значительного времени. Использование же новой технологии приносит экономию времени в 5-7 раз.

Гораздо более важный аспект – метки для наиболее ответственных узлов и агрегатов при техобслуживании и ремонте. Электронно чита-

емые носители информации, размещаемые на компоненте ВС, содержат основные параметры, необходимые для однозначной идентификации компонента, предоставляют возможность для записи и хранения данных, формируемых в процессе эксплуатации. За несколько лет учёные ГосНИИАС создали технологию нанесения информации на метки, считывания и её компьютерной обработки. Также были проведены испытания на летающей лаборатории, подведена нормативная база, позволяющая использовать метки в типовой конструкции самолёта.

Поскольку у радиометки нет элемента питания, юридически она считается просто стикером и может наноситься на детали.

Проведённые расчёты показывают, что применение РЧ-технологии в процессах технического обслуживания и ремонта позволяет сократить время на идентификацию комплектующих изделий в два раза, а на его полную документальную проверку – в десять раз. Бумажный оборот сократился на треть, при этом к нулю свелись ошибки при замене отказавших агрегатов, уменьшилась потребность в ручном труде.

С 2012 по 2014 год ГосНИИАС совместно с корпорацией «Иркут» провели работы экспериментально апробировали ключевые компоненты программно-аппаратного комплекса идентификации изделий и документов по мно-

жественным информационным признакам в рамках создания интегрированной информационной поддержки в разработке и сопровождении авиационного комплекса типа МС-21.

Вслед за авиацией радиометки начинают активно применяться и в других сферах деятельности. ГосНИИАС и Министерство обороны Российской Федерации начали тестировать технологию для инвентаризации складских запасов вооружений. Стрелковое оружие может храниться в ящиках десятилетиями. Специально написанные программы и автоматика позволяют за считанные минуты провести инвентаризацию склада без распаковки ящиков. Раньше на эти операции могли уйти недели. Причём программу невозможно обмануть. Нарушение меток сразу же зафиксирует автоматика.

ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА «ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК» – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Появление новых технологических возможностей по удовлетворению индивидуальных требований потребителей по задаваемым функциям уникальной авиационной техники на этапе производства, организации её технической эксплуатации «по состоянию», адресное обеспечение комплектующими по принципу «точно в срок» требуют создания единой системы идентификации предметов снабжения, автоматизированной технологии их отслеживания, а также использования методов самодиагностики наземных и воздушных боевых платформ с передачей различных данных, вплоть до запаса и интенсивности расхода топлива и боеприпасов.

Реализация указанных требований предполагает создание автоматизированных информационных систем нового поколения, основанных на сочетании стационарных и подвижных частей, взаимодействующих на основе принципа регламентации работ и способных обеспечить сбор разнородных (технических, экономических, технологических, физических, эргономических) данных об изделии, а также ассоциированных с ним процессах и внешней среде.

Авторским коллективом ГосНИИАС разработана программно-технологическая платформа (ПТП) «Цифровой двойник», которая предназначена для продуцирования пользовательских

приложений по организации автоматизированного контроля состояния одиночных или имеющих сложную структуру объектов в процессе их производства, эксплуатации, ремонта и проведения логистических операций.

Продуцирование предполагает формирование программных пользовательских приложений путём настройки компонентов ПТП «Цифровой двойник» на предметную область без прикладного программирования, что позволит существенно сократить сроки их создания.

Прослеживание подразумевает сбор данных об изменении параметров и событий, имеющих отношение к объекту на протяжении его жизненного цикла.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ «ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК»:

1. Она не имеет predetermined назначения и может быть настроена для решения задач класса «прослеживания технического состояния изделий машиностроительного производства». Это обстоятельство обеспечивается наличием взаимосвязанной совокупности гибких средств (описательных, административных, коммуникационных и функциональных), реализующих взаимодействие пользовательских приложений посредством периферийного оборудования с произвольными машиночитаемыми информационными носителями изделий, а также средств, поддерживающих его эксплуатацию.

2. Платформа поддерживает полную идентификацию всех элементов производственного процесса (изделия, персонал, документы, оборудование/инструмент, условия внешней среды), обуславливающую минимизацию ошибок при вводе соответствующих атрибутов описания изделий, а также строгую регламентацию всех его операций на основе механизма «электронных заданий», обеспечивающего полномасштабный контроль над действиями пользователей и результатами их деятельности в реальном времени.

3. Она поддерживает интерфейсы взаимодействия с аппаратными средствами (сканеры/принтеры ШК/РЧ идентификаторов, датчики и средства измерений, фотодокументирования), использование элементов электронного документооборота, справочников и номенклаторов,

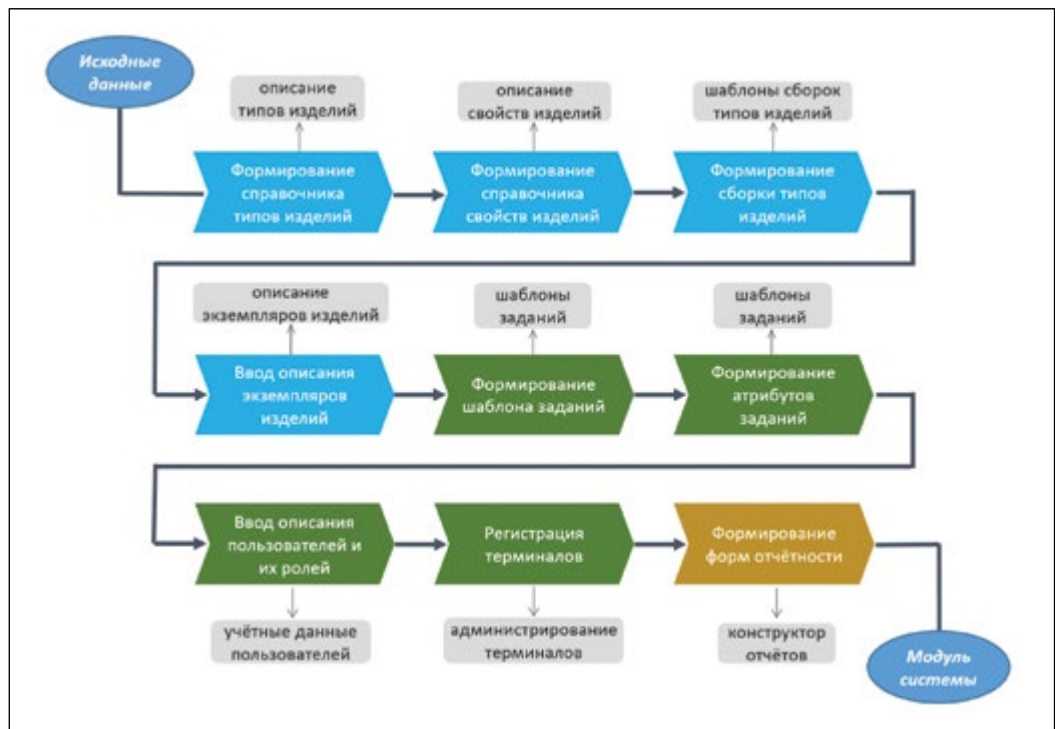


Рис. 7. Типовой алгоритм настройки модулей системы

создающих возможность полной автоматизации при вводе данных, а также обеспечивает интеграцию создаваемых пользовательских приложений в программную среду предприятия.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАННОГО ПРИКЛАДНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Формирование прикладного пользовательского приложения под требования заказчика предполагает соответствующую настройку ком-

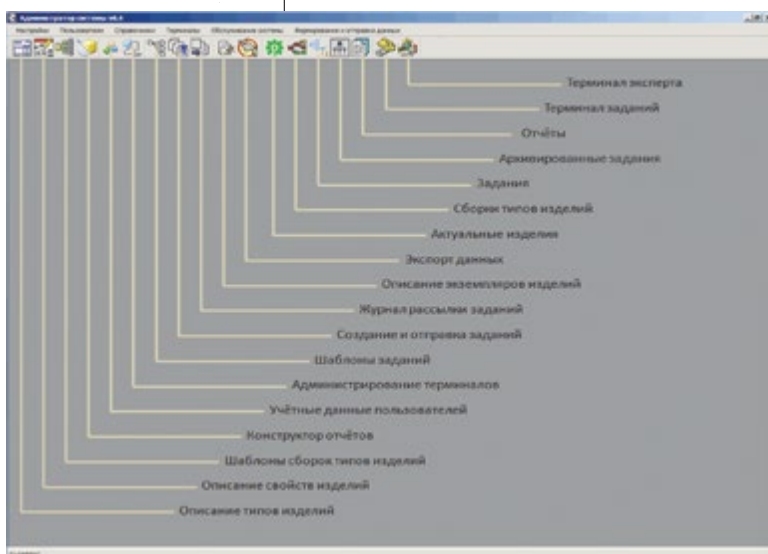
понентов ПТП «Цифровой двойник» и включает следующие этапы:

- проектирование прикладного приложения заказчика на основе данных предметной области;
- реализация прикладного приложения заказчика в соответствии с типовым алгоритмом (рисунок 7) и с использованием предлагаемых инструментов (рисунок 8).

Цифровая трансформация эксплуатационных процессов существующих и перспективных ВС гражданской и государственной авиации является важным условием повышения конкурентоспособности авиационной промышленности России на внешних рынках. Отрадно отметить, что к настоящему времени не только создана необходимая нормативно-правовая и нормативно-техническая база, но и имеются положительные примеры её реализации в конкретных проектах и разработках.

Не вызывает сомнений, что дальнейшее развитие технологических аспектов цифрового производства обеспечит широкие возможности по удовлетворению индивидуальных требований заказчиков по задаваемым функциям для уникальной авиационной техники, включая возможности её многоцелевого применения с целью повышения боевой эффективности. ◆

Рис. 8. Форма экрана с описанием основных инструментов



Как это было

О создании первой в СССР активной радиолокационной головки самонаведения ракеты «воздух-воздух»

К концу семидесятых годов прошлого века в мировом ракетостроении был достигнут огромный прогресс в области радиолокационного полуактивного самонаведения. Однако назревал переход на активное радиолокационное самонаведение, позволяющее всепогодно реализовать принцип «пустил-забыл». В это время американская фирма «Хьюз» широко рекламировала свои работы по созданию ракеты «АМРААМ» с активной радиолокационной головкой самонаведения (АРГС). Такая задача стояла и перед советским оборонно-промышленным комплексом. Достигнутый к этому времени в СССР уровень развития микроминиатюризации элементной базы позволял начать научно-исследовательские работы по созданию активных радиолокационных головок самонаведения для ракет «воздух-воздух» приемлемых размеров, что давало возможность повысить эффективность авиационно-ракетных комплексов фронтовой авиации. В соответствии с решением Комиссии по военно-промышленным вопросам СССР такая задача была поставлена НИИ приборостроения (НИИП), который был составной частью Научно-конструкторского (затем Научно-производственного) объединения «Фазотрон».

Входивший в НИИП коллектив научно-исследовательского отделения под руководством главного конструктора И.Г. Акопяна по заданию Государственного машиностроительного конструкторского бюро «Вымпел» Министерства авиационной промышленности СССР приступил к разработке АРГС для ракеты «воздух-воздух» К-27А (научно-исследовательская работа «Агат»). Одновременно в НИИП проводились работы по созданию АРГС для ракеты «воздух-воздух» К-77.

В 1978 году генеральный директор Научно-производственного объединения «Исток» Ми-

нистерства электронной промышленности С.И. Ребров неожиданно выступил с предложением приступить в руководимом им объединении к разработке бортовой радиолокационной станции (БРЛС) для истребителя МиГ-29 и АРГС для ракеты К-77. Тактико-технические характеристики АРГС, включая массогабаритные параметры, у К-27А и К-77 были очень близки. Возникла весьма драматичная ситуация. Необходимо было принять решение о продолжении работ по этой теме в НИИП или их передаче «Истоку». Предложение С.И. Реброва было активно поддержано руководителем Министерства электронной промышленности А.И. Шокиным, Министерством авиационной промышленности и его головным институтом в этой области – Государственным научно-исследовательским институтом авиационных систем, возглавляемым Е.А. Федосовым. Они полагали, что «Исток» лучше справится с поставленной задачей, поскольку владеет более современными технологиями в области разработки изделий электронной техники. Однако нельзя было игнорировать тот факт, что в послевоенные годы на предприятиях Минрадиопрома (в который входил и НИИП) были созданы авиационные, зенитные и корабельные комплексы ПВО, имевшие на вооружении ракеты с полуактивными головками самонаведения.

Решение состоялось на совещании у члена Политбюро ЦК КПСС, министра обороны СССР Д.Ф. Устинова, где присутствовали министр электронной промышленности А.И. Шокин, министр радиопромышленности П.С. Плешаков и министр авиационной промышленности И.С. Силаев. Плешаков рассказывал мне, что Шокин развернул схему одного из блоков радиолокационной головки самонаведения и сказал: «Дмитрий Фёдорович, видите, все элементы (микросхемы, резисторы, конденсаторы)

ГЕННАДИЙ САВАСТЕЕВ,
заместитель генерального директора, Институт точной механики и вычислительной техники имени С.А. Лебедева, кандидат технических наук

разработаны и производятся в электронной промышленности, а радиопромышленность только размещает их на печатной плате и паяет. Доверьте нам разработку радиолокационной станции и головки самонаведения, и мы сделаем это лучше по весам и габаритам». Плешаков заметил, что у Льва Толстого из всей «комплектации» были только словарь русского языка и знаки препинания. Он менял в словах приставки и окончания, расставлял их в определённом порядке, разделяя знаками препинания. Таким образом получались «Война и мир» и другие великие произведения русской и мировой литературы. Вот и радиопром делает то же самое.

В результате Дмитрием Фёдоровичем были приняты следующие компромиссные решения:

1. Продолжить работы по АРГС для ракеты К-77 в НИИП, а также в соответствии с предложением А.И. Шокина начать разработку по этой АРГС в «Источе», объединив таким образом усилия коллективов. Эту совместную НИР назвали «Союз».

2. Продолжить работы по созданию радиолокационного прицельного комплекса для истребителя МиГ-29, внедряя результаты НИР «Союз» (головной – НПО «Исток»).

3. Проводить в установленном порядке НИР «Агат» для создания ракеты К-27А.

Необходимо отметить, что в рамках НИР «Союз» по БРЛС для МиГ-29 получить результаты, улучшающие характеристики комплекса, не удалось. Радиолокационный прицельный комплекс для самолёта МиГ-29 был полностью разработан в НИИ радиостроения НПО «Фазотрон».

Особо хотел бы отметить тех, кто внёс наибольший вклад в разработку радиолокационного прицельного комплекса РЛПК-29. Это А.Г. Невоструев, Ю.П. Кирпичёв, Ю.Г. Винник, Ю.Н. Гуськов, О.Ф. Самарин, К.Ф. Байбалаев, В.В. Францев, М.Л. Когель. Следует также подчеркнуть вклад в создание этого комплекса НИИ «Аргон» Министерства радиопромышленности СССР, разработавшего бортовую вычислительную цифровую машину Ц-100 (В.И. Штейнберг, А.А. Соловьёв).

При подготовке постановления ЦК КПСС и Совета министров СССР, определяющего порядок опытно-конструкторских работ по созданию АРГС ракеты «воздух-воздух» К-77, был принят

во внимание тот факт, что управление ракетой состоит из двух этапов: на первом этапе – инерциальное управление с радиокоррекцией; на втором после захвата цели активным радиолокатором головки – активное самонаведение. Поэтому изделие назвали многофункциональной радиолокационной системой управления (МФРЛСУ). Главным конструктором МФРЛСУ был назначен И.Г. Акоюн, а главным конструктором активного радиолокатора и заместителем главного конструктора МФРЛСУ – С.И. Ребров. После этого было подписано решение Министерства радиопромышленности и Министерства электронной промышленности о следующем разделении работ между организациями, возглавляемыми И.Г. Акоюном и С.И. Ребровым:

- Акоюн разрабатывает блоки питания, цифровую вычислительную машину «Алиса», алгоритмы и программы ЦВМ «Алиса», канал углового сопровождения с гиростабилизацией антенны. Этот канал обеспечивает с необходимой точностью угловое сопровождение цели с учётом характеристик обтекателя, отвечает за характеристики канала радиокоррекции и МФРЛСУ в целом;
- Ребров разрабатывает активный радиолокатор и отвечает за его характеристики.

Не прошло и месяца после принятия этого решения, когда ко мне приехал Ребров с заявлением о том, что Акоюн выдаёт ему «некорректное», как он выразился, техническое задание (ТЗ) на активный радиолокатор. Дело в том, что в проекте ТЗ были определены дальности захвата цели с эффективной отражающей поверхностью 5 кв. м в свободном пространстве и на фоне земли в передней и задней полусферах, а также точность измерения угловой скорости линии визирования с учётом характеристик обтекателя.

На мой вопрос, а что же надо написать в ТЗ на активный радиолокатор, Ребров ответил, что надо только задать мощность передатчика и чувствительность приёмника, что же касается обтекателя, то он им не занимается.

Я ему объяснил, что в процессе обсуждения вопроса о распределении обязанностей между ним и Акоюном предлагался вариант, когда коллектив Реброва будет разрабатывать приёмопередатчик активного радиолокатора, тогда в состав ТЗ входили бы указанные им параметры.

К активному радиолокатору предъявляются требования, которые и входят в состав ТЗ, выданного ему И.Г. Акопяном. Что же касается требования к точности измерения проекций угловой скорости линии визирования с учётом характеристик обтекателя, то это очень важно, поскольку без обтекателя ракета не летает.

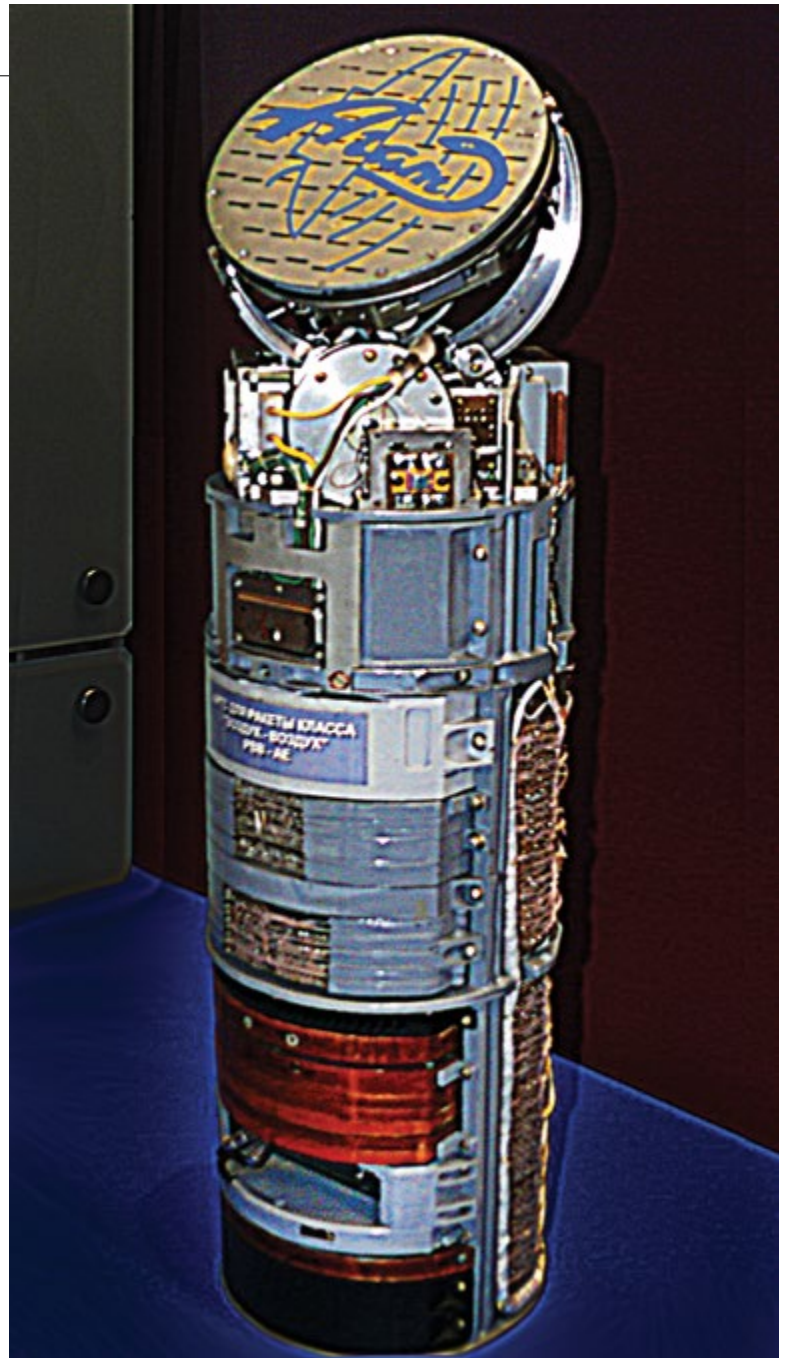
Было ещё некоторое недопонимание по ряду мелких вопросов, обусловленных тем, что коллектив Реброва никогда не разрабатывал радиолокаторы (в их специализацию входила разработка СВЧ-приборов). Всё это отнимало время, создавало нервную обстановку.

Наконец первый образец активного радиолокатора был изготовлен и собран на стенде в НПО «Исток». Но при его исследовании выяснилось, что ноль пеленгационной характеристики плавает, а её крутизна меняется случайным образом. Естественно, использовать изделие с такими данными для наведения ракеты на цель невозможно.

В то время мы знали, что такое конкуренция, но все работники военно-промышленного комплекса ещё лучше знали, что такое долг и ответственность. Со стороны Минрадиопрома за работы по созданию МФРЛСУ отвечал заместитель министра, Герой Социалистического Труда, доктор технических наук В.Л. Коблов (будущий первый заместитель председателя Государственной Комиссии Совета Министров СССР), со стороны Минэлектронпрома – заместитель министра, кандидат технических наук И.Н. Букреев.

В.Л. Коблов, И.Н. Букреев, И.Г. Акопян и С.И. Ребров приняли предложение Акопяна о том, что комплексная лаборатория из его коллектива будет курировать разработку активного радиолокатора, и в этой связи она прикомандировывается к НПО «Исток». Там специалисты этой лаборатории проработали около полутора лет.

Общими усилиями были созданы опытные образцы, проведены успешные заводские, государственные испытания и начато серийное производство ракеты К-77 (в экспортном исполнении РВВ-АЕ). Она принята на вооружение в наших ВВС и поставлена во многие страны. Сама ракета и её АРГС являются предметом гордости разработчиков. В последние годы её главным конструктором был лауреат Государствен-



ной премии России В.Г. Богацкий. Особый вклад в разработку со стороны лаборатории Акопяна внесли заместитель главного конструктора МФРЛСУ В.П. Герасимов, создатель программного обеспечения МФРЛСУ А.В. Мохонько и заместитель главного конструктора В.Д. Чернов, а со стороны «Истока» – А.Н. Королёв (впоследствии стал генеральным директором «Истока») и его заместитель С.А. Зайцев.

Научно-исследовательская работа «Агат» также была успешно завершена. К этому времени подразделение НИО-3 НИИП было пре-

Радиолокационная головка самонаведения ракеты «воздух-воздух» К-77

образовано в самостоятельный НИИ в составе НПО «Фазотрон». Изделия, созданные в рамках этой НИР, по своим характеристикам не уступали тем образцам, которые были разработаны в кооперации с НПО «Исток» и успешно прошли все виды испытаний, но в серийное производство не пошли. Однако в дальнейшем они стали основой для создания нескольких новых ракет «воздух-воздух», в том числе и предназначенных для поставки за рубеж.

Вот так, благодаря высочайшей квалификации и ответственности заместителей министров В.Л. Коблова и И.Н. Букреева, главных конструкторов И.Г. Акопяна, С.И. Реброва и А.Н. Королёва в СССР появилась ракета «воздух-воздух» К-77 с активной радиолокационной головкой самонаведения. Такие ракеты в те годы были созданы только в США, Франции и СССР.

В 1986 году в НПО «Фазотрон» на базе отделений НИИ приборостроения и НИИ радиостроения, в котором работал выдающийся конструктор радиолокационных головок самонаведения Е.Н. Геништа, был создан Московский НИИ «Агат», а его генеральным директором – генеральным конструктором был назначен И.Г. Акопян. Всего пять лет проработал этот институт в комфортных условиях советского времени. Возглавляемый им институт успеш-

но преодолел трудности и проблемы тяжёлых девяностых. Это стало возможным благодаря созданному под его руководством научно-техническому заделу и большому портфелю экспортных заказов. В МНИИ «Агат» в тот период были разработаны головки самонаведения для Китая, Индии и многих других стран. В середине 90-х годов ему удалось наладить сотрудничество с одной из крупнейших фирм Великобритании «Бритиш Аэроспейс», которая отдала российской головке самонаведения предпочтение в сравнении с французской. Всё это обеспечило надлежащие условия для развития, закупки необходимого технологического оборудования и создания новых производственных площадей в г. Жуковском. Под его руководством в МНИИ «Агат» осуществлялось проведение важных социальных программ и грамотной социальной политики, в том числе в части, касающейся отношения к молодым специалистам и ветеранам.

Заслуги Иосифа Григорьевича Акопяна отмечены государственными наградами СССР и Российской Федерации, иностранными орденами и многими премиями, среди которых Ленинская премия, Государственная премия СССР, две премии Правительства Российской Федерации и премия Российской академии наук. ◆

НАША СПРАВКА

Геннадий Валентинович Савастеев после окончания Московского энергетического института в 1963 году работал инженером, старшим инженером, ведущим инженером, начальником лаборатории, заместителем главного конструктора НИИ радиостроения Минрадиопрома СССР. Оставаясь в этой должности, избран секретарём парткома института.

С 1978 по 1989 год был инструктором, заведующим сектором радиопромышленности Отдела оборонной промышленности ЦК КПСС, а с 1989 по 1992 год – заведующим отделом Государственной комиссии Совета Министров СССР по военно-промышленным вопросам (с 1991 года – Государственная военно-промышленная комиссия Кабинета министров СССР).

В дальнейшем работал помощником первого заместителя председателя Правительства Российской Федерации А.А. Большакова и заместителем руководителя секретариата первого заместителя председателя Правительства Российской Федерации Ю.Д. Маслюкова.

С 2004 по 2009 год – советник генерального директора НИИ автоматической аппаратуры им. В.С. Семенихина, а с августа 2009 г. по настоящее время – заместитель генерального директора Института точной механики и вычислительной техники имени С.А. Лебедева.

Геннадий Валентинович – кандидат технических наук, Почётный радист СССР, действительный государственный советник Российской Федерации 3-го класса, награждён орденами Трудового Красного Знамени и «Знак Почёта».

Главный конструктор

*Жизнь летит, как шальной экспресс
Через реки, поля и лес,
И нигде не притормозить,
Потому что торопимся жить.*

Иосиф Акопян

Ранним летним утром 1949 года уставший паровоз, пытая и скрипя на стрелках колёсными парами, осторожно подтянул к перрону длинную вереницу запылённых вагонов. Пассажиры, нагруженные чемоданами, мешками и сумками, шумной толпой устремились к зданию Казанского вокзала.

В общем потоке людей, спешащих под громкие и властные крики носильщиков с громяющими тележками «Р-расступись!», шагал паренёк, приехавший в Москву поступать в МГУ. Этим юношей был Иосиф Акопян.

Просыпающаяся столица встречала жителя провинциального Бугуруслана умытыми улицами, звоном трамваев, гудками мчащихся по широким проспектам машин, смешавшимися запахами индустриального центра и зелёных бульваров. Послевоенная Москва быстро росла ввысь и вширь, облагораживалась и хорошела.

В Бугуруслане, провожая сына в столицу, его мама волновалась, наверное, больше Иосифа. Её сердце трепетало не только от разлуки с единственным сыном и волнения за него – ведь в жизни так много несправедливости! Но и от огромной надежды, что её мальчик добьётся успеха, займёт достойное положение в обществе и его счастливая жизнь в какой-то мере компенсирует ей понесённые, не по её вине, прошлые обиды и утраты.

УНИВЕРСИТЕТСКАЯ ЖИЗНЬ

Нет, в Москву приехал не провинциал, не сын рабочего и колхозницы. Вернулся арбатский мальчик, сын и племянник номенклатурных работников, партийной и промышленной элиты Страны Советов.

Отец Иосифа, Григорий Саркисович Акопян, когда-то работал в Орготделе Центрального комитета ВКП(б). Родной дядя – Ашот Саркисович Шахмурадов – возглавлял Всесоюзное объедине-

ние по добыче, обработке и реализации цветных металлов, золота и платины «Цветметзолото», был одним из заместителей Серго Орджоникидзе, члена Политбюро ЦК ВКП(б), председателя Высшего совета народного хозяйства. С ними вместе поднялась по социальному лифту и дочка бедного рабочего-мельника Рахиль, ставшая женой Григория Акопяна и матерью Иосифа. Она трудилась корреспондентом центрального печатного органа ЦК ВКП(б) – газеты «Правда».

Незримая сила советской власти с лёгкостью возвышала человека, но так же легко свергла его с высоты партийно-государственной иерархии. Первым это испытал брат матери – рядовой инженер-электрик. Его арестовали и расстреляли. Чтобы смыть «позорное пятно» родственника «врага народа» с честного имени коммуниста, Григорий Саркисович развёлся с женой. Но после смерти Серго Орджоникидзе попал под колесо репрессий его старший брат Ашот. Из ЦК Григория Акопяна уволили, но при поддержке своего начальника Георгия Маленкова он получил должность в Главполитиздате, где проработал до начала войны. Все репрессированные были реабилитированы в 1956 году.

Сестру «врага народа» попросили покинуть «Правду». Она устроилась учительницей в школе, однако и там не задержалась. В конце концов нашла место библиотекаря с копеечной зарплатой.

**ВЛАДИМИР
ГУНДАРОВ**

Церемония вручения в Кремле Президентом России нагрудного знака и диплома «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» Акопяну Иосифу Григорьевичу, 22 февраля 2013 года



«Не голодали, но с продуктами было туго», – вспоминает Иосиф Григорьевич.

Осенью 1941 года, когда из Москвы началась эвакуация, мать Иосифа находилась в командировке в Рязани, заболела тифом и попала в местную больницу. Иосифа вместе с тёткой, сестрой матери, вывезли в глухой район Оренбургской области, в село Землянка. Там с большим трудом в начале 1942 года она нашла своего сына.

Член партии с 1921 года, окончившая Коммунистический институт журналистики, имевшая опыт работы в газете «Правда», она была назначена главным редактором городской газеты «Орский рабочий».

Григория Саркисовича 22 июня 1941 года призвали в армию в звании старшего полкового комиссара. Он служил заместителем начальника политотдела 18-й армии у Л.И. Брежнева, заместителем командира 89-й дивизии и провоевал до мая 1945 года. Награждён четырьмя боевыми орденами.

«На работе Рахиль Давыдовна была малообщительной», – много десятилетий спустя вспоминала о ней бывшая радистка-машинистка редакции Тамара Фёдоровна Парамонова. Но мы-то знаем причину этой внутренней сосредоточенности, замкнутости, осторожности в общении с коллегами.

Через два года партия направила её в соседний Бугуруслан, где она тоже возглавила редакцию городской газеты «Бугурусланская правда». В Москву из эвакуации не вернулась, оставшись работать в Бугуруслане, пока сын не получил квартиру и не забрал её к себе.

Иосиф после окончания бугурусланской школы подал документы на радиофизическое отделение физического факультета МГУ. На собеседовании он показал глубокие знания математики, физики, но больше всего преподавателей заинтересовали его познания в радиоделе.

Иосиф рассказал, что в Бугуруслане окончил курсы радистов-операторов, знал морзянку, занимался в радиоклубе. Возможно, именно знание радиодела оказалось тем существенным дополнением к серебряной медали, которое склонило чашу весов приёмной комиссии к зачислению Иосифа Акопяна на первый курс университета.

Началась новая жизнь – ещё не совсем взрослая, но уже самостоятельная, на стипендию, не

всегда сытная, но безумно интересная. Утром бежал на лекции на Моховую (строительство нового здания на Ленинских горах ещё только замышлялось). В общежитие на Стромынке (в комнате девять человек!) возвращался поздно вечером, засидевшись за выполнением лабораторных работ или на собраниях. Несколько раз был сталинским стипендиатом. Все годы учёбы Иосиф был членом, секретарём бюро ВЛКСМ курса, а позднее – заместителем секретаря комитета ВЛКСМ физфака.

Дел для молодых энтузиастов хватало с избытком. Оказалось, что в ведущем вузе страны нет своей коротковолновой радиостанции. Со старшекурсником Юрием Лобановым они пошли к ректору с предложением организовать радиостанцию. До 1951 года университет возглавлял Александр Несмеянов. Александр Николаевич их выслушал, инициативу одобрил и распорядился выделить комнатку в общежитии под радиостанцию. Вскоре радиостанция с позывным UA3KAU начала выходить в эфир и поддерживать сеансы связи с радиолюбителями всех континентов.

На военной кафедре начали изучать американскую артиллерийскую радиолокационную станцию SCR-584. А на военных сборах в артиллерийском полку под Минском летом 1951 года студенты, ставшие на два месяца курсантами, впервые увидели действующую SCR-584 и английскую РЛС GL Mk.II.

Учебным взводом студентов МГУ на военных сборах 1953 года в Петушках командовал лейтенант Себелев. Он говорил: «Здесь вам не университет, здесь думать надо». И студенты усиленно думали.

В начале войны на уничтожение одного вражеского самолёта расходовали до 11 тыс. снарядов к 85-мм зенитной пушке. Ворочаясь на армейской койке, Иосиф, возможно, думал и о том, как сделать такие РЛС, благодаря которым можно снизить расход боеприпасов.

На кафедре радиолокации, к которой по профильной специальности был прикреплён Иосиф Акопян, трудился лауреат двух Сталинских премий профессор Владимир Васильевич Мигулин. Кафедра тесно сотрудничала с Главным артиллерийским управлением (ныне – Главное ракетно-артиллерийское управление, ГРАУ) Министерства обороны, выполняя различные задания военных.

Разработчики радаров – как у нас в стране, так и за рубежом – на первых порах столкнулись с проблемой создания высокоточных меток дальности для индикаторов радиолокационных станций. «Требовалось ударно возбудить колебания в кварцевом резонаторе нужной частоты и быстро погасить колебания кварца к следующему такту развёртки», – просто о сложном рассказывает Акопян.

Эту научно-исследовательскую работу (НИР), названную «Калибратор», на кафедре радиолокации решили поручить человеку, который не только хорошо разбирался в теории, но и обладал опытом практической работы с радиоприборами. «Корифеем» в этом деле считался студент Акопян.

Талантливый студент разработал хитрую схему. Теперь, когда на кварц подавалось напряжение, он начинал «звенеть» в начале каждого цикла развёртки, а в конце цикла колебания останавливались. Особую ценность проведённым исследованиям придавало то, что этим направлением никто больше не занимался. Отчётов об исследованиях физической проблемы принудительного возбуждения и гашения колебаний кварца обнаружить в научных работах других авторов не удалось. Результаты исследований стали темой дипломной работы и были опубликованы в научной печати.

За выполнение НИР «Калибратор» студент не получил ни копейки. Но даже в материальном мире есть нечто важнее денег. Например, талант, хотя и ему тоже требуется финансовая подпитка, чтобы он смог «зазвенеть». Талантливого студента заметили на факультете и, когда подошло время получать диплом с отличием, рекомендовали его к поступлению в очную аспирантуру.

Научный руководитель Иосифа Акопяна – будущий академик РАН Владимир Мигулин предложил в качестве темы будущей кандидатской диссертации процессы синхронизации различных радиотехнических генераторов при одновременном воздействии синхронизирующего сигнала и шумовой помехи. Тема оказалась довольно сложной, но интересной. В её разработке Иосиф Григорьевич сотрудничал с корифеями статистической радиоп физики Русланом Леонтьевичем Стратоновичем, Василием Ивановичем Тихоновым, будущим академиком и ректором МГУ Ремом Викторовичем Хохловым, академиком Сергеем

Михайловичем Рытовым и многими другими выдающимися учёными.

Научный руководитель был доволен своим учеником. Однажды, перед завершением учёбы Акопяна в аспирантуре, Мигулин поинтересовался у него: «Вы уже думали о том, куда вас распределят после аспирантуры? Я бы посоветовал поступить к Тихомирову. Виктор Васильевич недавно возглавил новое КБ, набирает молодёжь. Очень перспективное направление работ».

Иосиф Акопян, конечно, слышал о Тихомирове и новом конструкторском бюро. Широта задач – за горизонтом не видно. От масштаба дух захватывает.

«Вот только как с жильём у нового КБ? У меня семья, сам в общежитии уже 10 лет живу», – скромно намекнул Акопян на бытовую сторону своего трудоустройства.

Мигулин с пониманием отнёсся к словам молодого учёного, позвонил Тихомирову. «Пусть приезжает. Познакомимся. Если нам подойдёт, дам ему комнату», – пообещал Тихомиров.

ХОРОШО БЫТЬ ПЕРВЫМ

Морозным февральским утром 1958 года Иосиф Акопян впервые переступил порог Особого конструкторского бюро №15 (ОКБ-15, сейчас – Научно-исследовательский институт приборостроения имени В.В. Тихомирова). Официально главным разработчиком зенитно-ракетного комплекса «Куб» ОКБ-15 стало только в июле, но в январе работа здесь шла уже полным ходом.

В первый рабочий день нового сотрудника повели к генеральному конструктору Виктору Васильевичу Тихомирову. После нескольких фраз, которыми генеральный как бы прощупывал молодого человека – чего он стоит и чего от него ждать, Виктор Васильевич, словно бы проверяя реакцию собеседника на уже принятое им решение, спросил: «Вы окончили кафедру радиолокации, что вы думаете по поводу того, если я вас назначу в лабораторию, которая будет заниматься разработкой радиолокационной головки самонаведения?»

«Виктор Васильевич, я о головках самонаведения от вас первого слышу. Что это такое – я не знаю, поэтому не могу сказать, что имею опыт в этой области. Но основы радиолокации мне понятны, поэтому я не возражаю...»

Начальником лаборатории был Б.Н. Балашов, а главным конструктором – участник Великой Отечественной войны Юрий Николаевич Вехов. С первых дней он по-отечески тепло начал опекать молодого сотрудника. «Научить тебя чему-то я не могу, потому что сам не знаю, что мы будем делать. Надо вместе пробиваться», – признался Юрий Николаевич. И они начали «пробиваться».

О радиолокационных головках самонаведения во всём ОКБ-15 никто ничего не знал. Первые дни Иосиф Акопян знакомился с различными научными отчётами, читал специальную литературу. Но ведь когда-то и дело надо начинать. Вехов сказал Акопяну: «У тебя есть хватка, давай создадим группу, и вы попробуете сделать макет головки».

Так, со второго месяца работы в ОКБ, у Акопяна появилась группа из семи инженеров. Сам он работал на должности старшего инженера с более чем хорошим по тому времени окладом 1600 рублей в месяц.

Сторонний человек может судить о работе конструктора самым приблизительным образом: «придумал», «сделал», «пришло решение». Будем помнить, что за этим – горы труда, сомнений, споров, расчётов и, наконец, главной удачи.

«Мы понимали, ЧТО нужно делать, – должен быть радиолокатор, приёмник частоты, гиросtabilизированная антенна. Это основные идеи. Мы не знали, КАК это сделать», – рассказывает Иосиф Акопян, делая ударения на «что» и «как». Как делать головку, молодой конструктор узнавал, по его выражению, «на ощупь».

В августе 1958 года удалось собрать неконструктивный макет приёмного канала радиолокационной головки самонаведения. Вытащили его в фургон, вывезли на аэродром «Раменское» Лётно-исследовательского института и начали «гонять» на различных режимах с привлечением к испытаниям звена самолётов-истребителей. Их пилотировали лётчики-испытатели Юрий Гарнаев, Евгений Соловьёв и Александр Щербаков, все трое – будущие Герои Советского Союза.

Осенью 1958 года руководитель группы Юрий Гарнаев завершил последний пункт программы облёта макета радиолокационной головки самонаведения. На прощанье он пролетел над стоящей на лётном поле группой инженеров-разработчиков макета и, приветствуя их, покачал крыльями самолёта. В ответном

приветствии руководитель группы старший инженер Иосиф Акопян поднял вверх сложенные в символическом рукопожатии руки.

В тот момент Юрий Гарнаев не знал, что салюует будущему генеральному конструктору Иосифу Акопяну, которому предстояло более полувека бессменно руководить коллективом разработчиков радиолокационных головок самонаведения для зенитных и авиационных ракет.

Результаты были обнадеживающие. Виктор Тихомиров в 1958 году дважды по своей инициативе повышал Акопяна в должности. В 1959 году он сформировал отдельную лабораторию, подчинённую лично ему, по разработке радиолокационных головок самонаведения. Начальником лаборатории Виктор Тихомиров назначил Бориса Николаевича Ермакова, главным конструктором – Юрия Николаевича Вехова, а Иосифа Акопяна – ведущим конструктором.

В начале 1960 года Иосиф Григорьевич защитил диссертацию и получил степень кандидата физико-математических наук, став вторым «остепенённым» учёным среди 1200 сотрудников ОКБ.

Виктор Тихомиров поставил 29-летнего Акопяна во главе большого отдела и представил его кандидатуру в Минрадиопром СССР для назначения главным конструктором радиолокационных головок самонаведения для ракеты комплекса «Куб». Назначение вскоре состоялось.

Через семь лет работы в ОКБ-15 Иосиф Григорьевич получил первую государственную награду – орден «Знак Почёта». Формально награждение по советской традиции приурочили к успешному завершению единственного за всю историю страны семилетнего плана развития народного хозяйства СССР. А фактически – за успешную разработку зенитно-ракетного комплекса «Куб».

Потом были более весомые награды, их вручал Акопяну лично Президент России.

«Но я не могу сказать, что это главные события в моей жизни. Главным событием стало проведение в феврале 1964 года, после двухмесячной подготовки и ожидания погоды, первого управляемого пуска по радиоправляемой мишени (ИЛ-28) ракеты ЗМ9 комплекса «Куб». До этого были только пуски по имитаторам цели. Я был молод, полон сил и надежд на светлое будущее», – в раздумье произносит Иосиф Гри-

горьевич, вспоминая до сих пор волнующее его событие в мельчайших подробностях.

«Были две ракеты – телеметрическая и боевая. Телеметрическая чиркнула по мишени, боевая разнесла её в клочья. Это было очень красивое зрелище. На высоте 10 тысяч метров безоблачное голубое небо осветилось, как от фейерверка, десятком разлетающихся трассеров от развалившейся мишени. Потом переливающееся огнями облако приняло форму гриба, который стал медленно оседать».

Наведение зенитной ракеты на цель с помощью радиолокационной головки произошло впервые в истории нашей страны на Донгузском полигоне (ныне – Испытательный полигон 3-го Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны РФ) в Оренбургской области.

Годом ранее в США начались полномасштабные испытания войскового зенитного комплекса «Хок», оснащённого ракетами с полуактивными головками самонаведения. Но США не смогли тягаться с СССР по количеству сделанных ракет. И даже сейчас в некоторых зарубежных армиях эти ракеты успешно применяются, хотя сроки хранения давно прошли.

Сегодня это может показаться неправдоподобным, но головки для ракет комплекса «Куб» после того, как они успешно прошли испытания, стали делать на трёх предприятиях одновременно: на заводе «Арсенал» в Туле, Рыбинском заводе приборостроения и Марийском машиностроительном заводе в Йошкар-Оле. Делали по пять с половиной тысяч штук в год.

Иосиф Григорьевич замечает: «Я пытался пересчитать по существовавшему тогда валютному курсу – получились многие миллиарды долларов».

В это время семья главного конструктора ютилась в 14-метровой комнате в коммунальной квартире, которую выделил Тихомиров, как и обещал. Другие комнаты занимали ещё две семьи, всего семь человек. Горячей воды и газа в доме не было, мыться ходили в баню, еду готовили на керосинках. Одним словом, жили, как все, и очень дружно.

Да и расслаживаться дома было не с руки. В конструкторском бюро задерживался до полуночи, а в восемь утра – уже опять на рабочем месте. Трудились не за деньги – за идею.

Один-два раза в неделю сотрудники вообще не уходили домой ночевать. Принесли на работу подушки, одеяла. На тех же столах, за какими работали, раскладывали постели и спали до утра. Меньше тратилось времени на ненужные переходы из дома в ОКБ и обратно, больше оставалось времени на сон. Но спать хотелось постоянно.

«Я был коммунистом, вступил в члены партии во время учёбы в аспирантуре, – рассказывает Иосиф Григорьевич. – Поскольку головок постоянно не хватало, меня вызывали на партком (а я был его членом) и даже однажды объявили выговор. Вот и весь стимул сидеть в КБ по ночам. Мы делали это без удовольствия, в каком-то отчаянье. Но каждый успешный ракетный пуск был для нас праздником и источником действительно неподдельной, настоящей радости».

С 1960 по 1967 год Акопян не вылезал из командировок. На Донгузском полигоне одно испытание шло за другим днём и ночью. А если не был на полигоне – то в Туле на заводе «Арсенал», который «подключили» к ОКБ для освоения промышленного производства нового изделия.

В то время ещё не изобрели транзисторов, о триодах, микросхемах и других сложных устройствах даже не мечтали. Поэтому первую головку сделали на электронных лампах серии «Рыба» с гибкими выводами. Из них, как сказал Акопян, «лепили» схемы.

Если что-то не шло – директор завода звонил начальнику главка: «Опять затык». Начальник главка звонил Тихомирову. А тот давал указание Акопяну: «Поезжай на завод, разберись».

Отказов в работе аппаратуры хватало через край. Конструкторы всё время что-то усовершенствовали, меняли элементы, лампы, схемы.

«В это время я сделал самое большое «изобретение» за все 60 с лишним лет работы главным конструктором», – в голосе моего героя звучит самоирония.

Дело происходило так. Блоки соединялись жгутами, в них было 30 проводов. С одной стороны они распаивались на канадский разъём, а с другой – на печатную плату. Так вот, самое большое количество отказов происходило потому, что в этих канадских разъёмах один проводочек оказывался натянутым больше, чем остальные 29. Как говорится, где тонко, там и рвётся. И вот, когда блоки соединяли или готовое изделие подвергалось

тряске при транспортировке, этот единственный из трёх десятков проводок обрывался. Надо было всё разбирать и искать, где произошёл отказ. Что ни придумывали – ничего не помогало. И тогда возникла «гениальная» идея: к разъёму прикрепить винтами металлическую скобу, к ней подвязать жгут и таким образом образовалась петелька проводов, которая оборваться не могла.

Пишу сейчас не ради решения научных и технических проблем – не моя это тема, а просто хочу воздать должное настоящему человеку и выдающемуся конструктору. Сегодня все жгуты подвязаны в любой аппаратуре, загляните в свой компьютер – и сами убедитесь. Но в докомпьютерной эпохе это оказалось новым словом в технологии.

За это «изобретение» Акопяна ничем не поощрили, даже благодарностью, а могли бы. Благодаря найденному им простому решению число отказов готовых изделий завода «Арсенал» в процентном отношении сократилось с 25 до 1,5%. Сейчас в изделиях нового поколения эти тяжёлые жгуты заменили цифровыми линиями связи.

В ТЕНИ БОЛЬШИХ ПОБЕД

В начале 2018 года у Иосифа Акопяна была «круглая» дата – 60 лет. Нет, возраст тут ни при чём. Мы же знаем, что он родился в 1931 году, следовательно, свое 85-летие организатор и первый генеральный директор – генеральный конструктор Московского научно-исследовательского института «Агат» И.Г. Акопян отметил в 2016 году. А в 2018-м исполнилось 60 лет с того дня, как он пришёл в ОКБ-15. За прошедший немалый, по меркам даже одной человеческой жизни, срок ОКБ превратилось в НИИ приборостроения имени В.В. Тихомирова, а из него трудами замечательного учёного и конструктора, каким по праву считается профессор Акопян, 33 года назад вырос Московский научно-исследовательский институт (МНИИ) «Агат».

Менялись названия учреждений, а место работы остаётся неизменным более 60 лет, из которых 21 год – во главе «Агата». За это время изменилась наука, страна, мир и поразительно быстро изменилась техника. Первая полуактивная радиолокационная головка самонаведения без передатчика весила 34 кг. Современная самая маленькая активная с передатчиком – 4–5 кг. «Если бы в начале 60-х кто-нибудь сказал мне, что такое возможно, я

бы назвал его сумасшедшим», – признаётся Акопян. Но он упорно работал над тем, чтобы самые фантастические идеи превратить в реальность.

При непосредственном участии и под руководством главного, а потом генерального конструктора МНИИ «Агат» было разработано и принято в производство более 20 типов радиолокационных головок наведения для ракетного оружия, для ракет класса «воздух-воздух» и для ракет «земля-воздух». Шесть типов головок разработаны по заданиям иностранных заказчиков, которые предпочли «Агат» другим именитым западным фирмам.

О проделанной огромной по масштабам работе свидетельствуют многочисленные государственные и общественные отечественные и зарубежные награды: ордена «Знак Почёта», Октябрьской революции, Ленина, «За заслуги перед Отечеством» IV, III и II степеней, Ивана Калиты, а также ведомственные, иностранные и общественные знаки отличия, более 20 медалей, знаки лауреата премии Правительства РФ, премии и Большой золотой медали имени академика А.А. Расплетина АН СССР, премии имени Петра Великого, двух премий «Золотая идея», звания «Заслуженный деятель науки РФ», «Почётный радист СССР», «Почётный машиностроитель РФ», «Почётный гражданин наукограда Жуковского» и ряд других званий и наград. Среди советских, российских и зарубежных премий – самая почётная и престижная Ленинская. Сейчас в России осталось в живых менее 200 лауреатов Ленинской премии и примерно столько же кавалеров ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени. Каждый человек из этой плеяды отличившихся уникален сам по себе, штучный профессионал, наша национальная гордость и достояние страны.

Орден Ленина Акопян получил в 1984 году, как он мне сказал, «по совокупности»: за модернизацию ракеты комплекса «Бук-М1», головку самонаведения для нового корабельного зенитно-ракетного комплекса «Штиль» и ещё – парадокс советской системы государственных поощрений – учли, что главный конструктор «пролетел» по авиационной тематике с ракетой К-33 для самолёта МиГ-31. За этот самолёт главным конструкторам дали Ленинскую премию, большой группе конструкторов – Государственную премию, а главный конструктор головки

самонаведения ничего не получил, потому что в 1980 году ему вручили Государственную премию за «Бук». Существовало правило: между гражданами должно пройти не менее пяти лет. Это время конструкторы между собой называли «декретным отпуском». Но Акопян работал так много и так напряжённо, что государство, следуя им же самим установленному правилу, «не поспевало» воздавать по заслугам.

Новые времена – новые правила. Орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени Акопяна наградила Президент России за разработку зенитно-ракетного комплекса «Бук-М1-2». А орденами IV и II степени, как записано в президентских указах, – «за заслуги перед государством, многолетний добросовестный труд и большой вклад в укрепление дружбы и сотрудничества между народами» и «за большой вклад в разработку специальной техники, укрепление обороноспособности государства и многолетний добросовестный труд».

Обо всем этом писали уже не раз до меня, не буду повторять то, что многим хорошо известно. Мне хочется рассказать о тех трудах главного конструктора, которые незаслуженно остались в тени его громких побед.

Вот рассказ Иосифа Григорьевича Акопяна.

У нас драматические события бывали на каждой разработке, и не по одному разу. Уже много лет идёт серийное производство ракеты комплекса «Куб». Выпускается несколько тысяч ракет в год. Каждый месяц на Эмбинском полигоне производят контрольно-серийный отстрел двух ракет. Если мишени сбиты, значит, месячная партия оправдана. В ней 350–400 ракет. На протяжении шести лет, то есть 72 раза, мы сбивали цель первой ракетой. Все в воздух чепчики бросали и кричали: «Ура!» И вот спустя шесть лет, в 1978 году, вдруг первая ракета не сбивает, а сбивает только вторая.

Меня тут же ГРАУ берёт за галстук: объясни, в чём дело?

«Ну, вы заелись, ребята, – отвечаю военным. – 72 раза сбивали первой ракетой, а один раз сбили второй – и паникуете».

«Ладно, мы тебе поверим».

В следующем месяце опять контрольно-серийный отстрел. И ни первая, ни вторая ракета мишень не сбивают. Тут уж цензурные слова не подходят, чтобы описать ситуацию.

Долгопрудненское машиностроительное производственное объединение продолжает клепать по 350 ракет в месяц. Что делать?

Директор объединения Александр Сергеевич Дворецкий говорит: «Я не знаю, что мне делать, у меня склады забиты ракетами, уже третий месяц не могу отгрузить – военные не принимают, а никакого решения нет».

Мы тоже ничего не понимаем. В ГРАУ начали с предположения: наверное, Акопян что-то изменил в головке, поэтому ракеты перестали работать.

На полигоне в Фаустово (Государственный казённый научно-испытательный полигон авиационных систем. – В.Г.) подвесили ракету на резиновых амортизаторах, включили двигатель, искусственную цель – всё работает. А в пуске – опять сбой. Тогда вместо боевого отсека ставим телеметрический. Всё снова работает вот так. (Акопян показывает большой палец вверх.) Ну с ума сойдёшь.

Подумал: наверное, дело в каких-то возникающих вибрациях. Мы не можем их зафиксировать телеметрией, потому что боевой отсек заменён на телеметрический, а у них разная жёсткость. Предложил: давайте сделаем «канатометрию». На катушку наматываем 300 метров тонкого многожильного провода, подсоединяем его к контрольному разъёму ракеты, пускаем ракету, с катушки начинает разматываться провод. Потом он обрывается, ракета летит дальше, но мы уже получили показания с вибродатчиков. И мы видим, что там на «носике» ракеты перегрузка 100 г на первой резонансной частоте ракеты. Ракета «взбесилась», и её начало трясти. Что на это могло повлиять?

И тут выясняется, что рационализаторы изменили технологию изготовления корпуса боевой части ракеты, на консоли которой «висит» головка самонаведения. Раньше её отливали и фрезеровали. А теперь, чтобы удешевить изготовление корпуса, вместо отливки стали использовать прокатанный лист металла с осколками. Получилось вроде бы то же, но не то. Жёсткость снизилась в четыре-пять раз. На стартовом участке ракета начинает раскачиваться на первом тоне, на головке перегрузка 100 г – и она ломается!

Дворецкий жалуется: «У меня 1300 ракет на складе, ГРАУ их не принимает, нечем платить зарплату рабочим; связался с поставщиками боевой части, мне сказали, что им год потребует».

ся, чтобы переделать. Ну всё, мне теперь только застрелиться».

Мы начинаем мудрить, как преодолеть эти вибрации. Они потом пропадают после окончания работы стартового двигателя. И нашли способ! Увеличили напряжение, подаваемое на усилитель постоянного тока для датчиков угловой скорости, расширили линейный диапазон и «пережили» вспышку вибраций.

Начальник ГРАУ маршал артиллерии Павел Кулешов пообещал: «Если после доработок пустите пять ракет и собьёте пять мишеней подряд – я поверю».

Мы выезжаем на Эмбу, делаем пять пусков, сбиваем пять мишеней, и вся партия из 1300 ракет (после небольшой доработки) отпускается со склада в войска.

«Иосиф, ты меня спас! – говорит Дворецкий. – Я для тебя теперь как золотая рыбка. Проси что хочешь – выполню все твои желания. Вот, например, придёшь ко мне и скажешь: дай бутылку коньяку, и я должен дать».

«Александр Сергеевич, – отвечаю ему, – я теперь слаб, человек ревматический, болезненный...»

«Что, путёвка в санаторий нужна? А поедем-ка в Кисловодск вдвоём, без жён!»

И мы три года вдвоём ездили с ним в санатории.

Иосиф Григорьевич рассказывал нам эту историю и посмеивался. Чувствовалось, что ему интересно вспоминать её. А ведь тогда всем было не до смеха. На кону стояли миллиарды рублей и судьбы людей. Таких эпизодов, к сожалению, было много.

Главный конструктор должен постоянно думать не только сам, но и за других. Вспомним лейтенанта Себелева и его сакраментальную фразу: здесь вам не университет, здесь думать надо. Жаль, что за эту невидимую работу над чужими ошибками не дают орденов и почётных званий.

ИЗ ЗВЁЗДНОЙ ПЛЕЯДЫ ТВОРЦОВ

Недавно вместе с главным редактором журнала «Радиоэлектронные технологии» Олегом Кустовым мы встретились с Иосифом Григорьевичем у его старинного друга – Геннадия Валентиновича Савастеева. Много десятилетий назад их свели вместе общие интересы. Геннадий Савастеев в то

время трудился в Отделе оборонной промышленности ЦК КПСС и курировал Минрадиопром СССР.

«Не было недели, чтобы я не приходил к Геннадию Валентиновичу. В ЦК он был самым квалифицированным специалистом в области радиолокации, прошёл путь от инженера-разработчика головок самонаведения до ответственного работника ЦК», – вспоминает Акопян.

Иосиф Григорьевич по-прежнему работает в Московском НИИ «Агат» научным руководителем. Иногда по-стариковски ворчит на молодёжь и, как признался, удивлён тем, что до сих пор живой. «У меня в феврале 2020 года кончается контракт. Думаю, пора на пенсию, всё-таки мне уже 88 лет...».

И тут же, без предисловий, переходит к своей любимой теме: «Хочу только до этого проверить в полёте один дискуссионный вопрос».

Летит самолёт на определённой высоте и сопровождает цель, которая находится ниже, объясняет Акопян. Радиолокатор получает от цели отражённый сигнал, который имеет доплеровский сдвиг. Он складывается из скоростей самолёта и цели. Но луч радиолокатора продолжает двигаться вниз и подсвечивает на земле пятно. Теперь представьте себе эту проекцию, продолжает Акопян. По земле луч бежит быстрее, чем летит цель. Чем больше высота полёта локатора и чем ближе к нему, но ниже его находится цель, тем больше разница в скорости движения пятна на земле и истинной скорости радиолокатора. При этом отражение от пятна имеет доплеровскую частоту выше, чем доплеровская частота цели. Все радиолокаторщики считают, что доплеровские частоты отражения от земли могут быть только ниже, чем отражения от цели, так как цель приближается, а земля неподвижна.

«Да, земля неподвижна, но отражающий объект (пятно) движется. Это же «на пальцах» очевидно!» – восклицает Акопян.

Половина очень уважаемых специалистов просто не понимает его, говорит: этого не может быть! А я верю – может! Только надо кому-то принять решение об одном самолёто-вылете, чтобы подтвердить или опровергнуть гипотезу.

«Десять месяцев слышу только обещания. Ещё неделю попросили подождать... Но если я представлю подтверждающий гипотезу отчёт – это будет маленький взрыв в теории доплеровской радиолокации!» – заключает мой собеседник.

ОН ПО-ПРЕЖНЕМУ ПОЛОН ИДЕЙ

Оказывается, существует большая проблема с защитой особо важных объектов от массового применения примитивных неуправляемых ракет, дронов, артиллерийских снарядов и мин. Опыт войны в Сирии показал: террористы подъезжают на грузовичке на дистанцию пять-десять километров и «пуляют» неуправляемыми ракетами.

Кстати, у палестинских террористов, по данным из открытых источников, скопилось 150 тысяч неуправляемых ракет. Они могут ими закидать кого угодно. В этой ситуации все ракетно-зенитные комплексы неэффективны. Из пушек по воробьям стрелять не будешь.

Акопян предлагает создать комплекс малой дальности, который дешёвыми ракетами мог бы стрелять, как пулемёт Калашникова. Они будут относительно миниатюрными, но их будет много – 100, 200 или больше. Например, Lockheed Martin делает комплекс МНТК (Miniature Hit-to-Kill), в котором 400 малоразмерных ракет-перехватчиков. Они предназначены для борьбы с неуправляемыми реактивными и артиллерийскими снарядами и миномётными минами, малоразмерными беспилотными летательными аппаратами и вертолётами.

«Я считаю необходимой разработку такого комплекса», – делится сокровенными мыслями Иосиф Григорьевич.

Он продолжает развивать теорию радиолокации за столом и за компьютером в надежде, что его 270 научных трудов и 75 изобретений будут востребованы потомками, активно участвует в работе Российской академии ракетных и артиллерийских наук, являясь академиком с 2000 года.

Заглянуть в будущее, увидеть жизнь дальше своего предела – свойство только одарённых людей. Циолковский развил теорию реактивного движения, но не увидел летающих ракет. Цандер построил ракету на жидком топливе, но она взлетела после его смерти. Темпы научно-технического прогресса постоянно ускоряются. Чем могущественнее становится человек, тем больше ему надо сделать в жизни.

Именно такими были учителя и соратники Акопяна: «Мне очень повезло на встречи с ними. Если бы я засел за мемуары, я бы написал о встречах и совместной работе с великими людьми».

Первым в этом длинном списке Акопян называет Владимира Мигулина: «Он был выдающимся учёным нашей страны». Второй – Виктор Тихомиров. «Он вырос из меня главного конструктора и сыграл большую роль в моей судьбе».

А ещё Акопян работал с такими великими конструкторами, как Вениамин Ефремов, Борис Бункин, Сергей Ребров, Лев Люльев, Владимир Светлов, и многими другими выдающимися людьми. «Особую роль в моей жизни сыграл Геннадий Валентинович Савастеев. Я считаю, моя жизнь совершенно по-другому протекла бы, не будь нашей встречи и нашего сотрудничества».

Геннадий Савастеев познакомил Акопяна с первым заместителем председателя Совета Министров СССР – в дальнейшем – Правительства РФ Юрием Маслюковым. «Может быть, самонадеянно прозвучит, но мы с ним подружились», – уточнил Иосиф Григорьевич.

Акопян сам – один из звёздной плеяды творцов новой техники, новой реальности. На церемонии вручения государственных наград в Екатерининском зале Кремля 21 декабря 2006 года Президент России Владимир Путин, обращаясь к виновникам торжества, отдельно сказал о двух присутствующих кавалерах ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени: «Они вновь доказали интеллектуальное превосходство России в мире, высокую планку развития российской науки. И, продвигая научную мысль, создали необходимые для страны инновационные программы и технологии».

Одного из двоих учёных, о ком говорил Президент России, зовут Иосиф Григорьевич Акопян.

Читатель может спросить: почему заметки названы «Главный конструктор»? Действительно, Иосиф Акопян в разное время был и главным, и генеральным конструктором, и генеральным директором Московского научно-исследовательского института «Агат». Но, прежде всего, он был и остаётся главным человеком в области создания радиолокационных головок самонаведения. Он – главный человек в большом деле. Генеральным человеком не может быть, он может быть только гениальным и главным. В этом вся суть. ◆

Труды рязанского учёного известны далеко за пределами России

**ДМИТРИЙ
НАГОРНЫЙ,**

начальник отдела приборов и систем контроля и измерения уровня ООО «Предприятие «КОНТАКТ-1»

*Дерзайте ныне ободрены
Раченьем вашим показать,
Что может собственных Платонов
И быстрых разумом Невтонов
Российская земля рождать.*

М.В. Ломоносов

Пожалуй, на каждом предприятии, особенно инновационного типа, есть яркие личности, которые выделяются в коллективе особым творческим отношением к выполнению, казалось бы, самого обычного дела и даже самых рутинных должностных обязанностей. Эти люди, как правило, постоянно стремятся к новым знаниям, овладевают новыми навыками и подают пример другим – любить свою работу, относиться к ней с душой, с огоньком. Своим трудом они двигают вперёд общее дело и ведут за собой тех, кто растерял энтузиазм молодости на бытовых ухабах будничных забот.

На предприятии «КОНТАКТ-1» одним из таких особо почитаемых и уважаемых сотрудников является начальник отдела СВЧ-устройств Вячеслав Михайлович Давыдочкин. Некоторые сослуживцы за неутомимый, творческий характер и изобретательский талант величают Вячеслава Михайловича «наш Кулибин», и в этом заключена немалая доля истины. На счету В.М. Давыдочкина более 40 патентов РФ и авторских свидетельств СССР.

В 2019 году Вячеслав Михайлович завершил очередной научный труд. Минувшим летом 72-летний учёный защитил докторскую диссертацию в МГТУ имени Н.Э. Баумана на тему «Методы и алгоритмы прецизионного измерения уровня жидкости ЧМ-радиолокаторами при действии комплекса мешающих факторов».



Кто-то, быть может, подумает: не поздно ли? Но у молодого доктора наук есть свой ответ на этот вопрос: поздно – это когда ничего не делать. А он постоянно в работе. И диссертация – это, собственно говоря, итог очередного этапа больших и сложных изысканий.

Вячеслав Михайлович родился 31 января 1947 года в мордовском селе Ширингуши. В 1971 году он окончил радиотехнический факультет Рязанского радиотехнического института (ныне – Рязанский государственный радиотехнический университет). Отличника учёбы оставили работать на кафедре радиоэлектронных устройств. Здесь Вячеслав Михайлович прошёл трудовой путь от инженера до старшего научного сотрудника.

Работа Вячеслава Михайловича в институте была связана с устройствами СВЧ и антеннами – специфической областью радиотехники, требу-

ющей особых знаний в сфере электродинамики и распространения радиоволн. В короткое время он стал опытным разработчиком сложной СВЧ-аппаратуры и проявил склонность к научным исследованиям. Хорошая математическая подготовка и глубокие знания по специальности позволили ему самостоятельно проводить исследования и готовить научные публикации.

Он вплотную подошёл к решению сложных технических проблем, увлёкся изобретательством и получил несколько авторских свидетельств.

Разрабатывая СВЧ-устройства, содержащие волноводные тракты и узлы, Вячеслав Михайлович освоил работу на металлорежущих станках. Обладая особой аккуратностью и мастерством, самостоятельно изготавливал и настраивал сложнейшие, требующие точной обработки и подгонки волноводные элементы СВЧ-аппаратуры и конструкции антенн.

Переход Вячеслава Михайловича в 2000 году на предприятие «КОНТАКТ-1» во многом изменил его жизнь. Инновационная направленность деятельности предприятия и всесторонняя поддержка руководством новаторского подхода к разработке приборов открыли перед ним широкие возможности для творчества и научных исследований.

Его усилиями были разработаны и запущены в серийное производство все исполнения СВЧ-антенн для радиолокационных уровнемеров серии БАРС. Учёный помог механическому производству предприятия изготовить технологическую оснастку, необходимую для освоения выпуска этих ранее неизвестных изделий. Антенны Давыдочкина позволили применять эти приборы практически в любых условиях эксплуатации.

В начале 2000-х годов перед нашим специальным конструкторским бюро была поставлена задача создать прецизионный радиолокационный уровнемер. Вячеслав Михайлович стал одним из ведущих разработчиков в группе конструкторов. Понимая всю сложность обработки измерительных сигналов, он, помимо определения общей структуры изделия, активно включился в процесс научных исследований и создания алгоритмов для будущих приборов.

При его непосредственном участии была изготовлена и введена в действие уникальная

эталонная поверочная установка УП-01 имитационного типа, которая внесена в Государственный реестр средств измерений. Теперь на этой установке производят поверку и калибровку не только отечественных радиолокационных уровнемеров серии БАРС, но и зарубежных, а технические решения, использованные при создании поверочной установки и широкополосного радиолокационного отражателя, защищены патентами Российской Федерации.

Результаты своих исследований в области сверхширокополосной радиолокационной уровнеметрии Вячеслав Михайлович изложил в коллективном научном труде «Прецизионные системы ближней частотной радиолокации промышленного применения». Книга впервые вышла в свет на русском языке в 2012 году в отечественном издательстве «Радиотехника». Спустя два года её перевод под названием «Precision FMCW Short-Range Radar for Industrial Applications» вышел на английском языке в специализированном международном издательстве Artech House.

В помощь практикующим специалистам и инженерам в Рязани в 2017 году при участии Вячеслава Михайловича было издано пособие «Отечественные радиолокационные уровнемеры с частотной модуляцией. Практика промышленного применения», ставшее существенным дополнением к ранее изданному научному труду.

Вячеслав Михайлович активно участвует в модернизации выпускаемых уровнемеров и разработке новых приборов. Немалая доля его труда вложена в модернизированный прибор БАРС351МИ и новый прибор 24-гигагерцового диапазона БАРС121И. При разработке макетного образца уровнемера с рабочей частотой 24 ГГц Вячеслав Михайлович самостоятельно изготовил его антенно-волноводный тракт и комплект технологических СВЧ-узлов, требуемых для настройки тракта и приёмо-передающего модуля.

Неутомимая деятельность исследователя и творческий подход Вячеслава Михайловича к решению научных и производственных задач, мастерство и обширные знания, неременная готовность помочь вдохновляют коллег и вселяют уверенность в успех общего дела. ◆

«Аэроприбор-Восход» в стремлении к совершенству

СЕРГЕЙ АРТЕМЬЕВ,
генеральный директор
АО «Аэроприбор-
Восход»

В 2019 году АО «Аэроприбор-Восход» отметило своё 75-летие. Предприятие прошло очень большой путь развития. Начав свою деятельность со сравнительно небольшого узкопрофильного конструкторского бюро, оно выросло в подлинного лидера в своём сегменте с уникальной научно-конструкторской школой, которой присущи новаторские подходы в создании перспективных аэрометрических комплексов. Следует отметить, что АО «Аэроприбор-Восход» сохраняет и поныне функцию одного из основных исполнителей заказов на разработку аэрометрической авионики на отечественном рынке – его доля сегодня составляет около 90% в исполнении заказов на создание авионики и 45% – в выпуске таких комплексов. А на мировом рынке авионики его доля составила 1,4%! Часть продукции разработки «Аэроприбор-Восход» производится на собственных производственных мощностях предприятия.

Накануне 75-летия АО «Аэроприбор-Восход» находилось в стадии оптимизации деятельности, основной задачей которой являлось усиление и расширение кооперационных связей с предприятиями, входящими в АО «КРЭТ», а также расширение тематики по направлению гражданской и военной авиации, ракетной тех-

ники, БПЛА, вертолётной техники и особенно в области средств спутниковой навигации. В 2018 году в состав АО «Аэроприбор-Восход» вошло АО «МКБ «Компас», имеющее богатый опыт разработки высокоточных средств спутниковой навигации.

На стадии завершения – объединение двух предприятий в одно юридическое лицо. Это очень непростой процесс, но в результате синергетического эффекта он позволяет нам расширить компетенции и занять более высокий уровень в ряду предприятий, производящих продукцию для авиационной и космической отраслей.

АО «АП Восход» сделало значительный шаг вперёд, упрочило существующие позиции, решило вопросы качества выпускаемой продукции, добилось неукоснительного выполнения гособоронзаказа. Сегодня мы открываем новые горизонты и получаем уникальный шанс, позволяющий думать о разработке интегрированных комплексов, решающих задачи как аэротриетрии, так и спутниковой навигации. Планируем, что первым результатом от объединения станет участие в создании передовой авионики для БПЛА среднего и тяжёлого классов.

Перед АО «Аэроприбор-Восход» стоит ещё одна важная и актуальная задача – как использовать все интеллектуальные и производственные возможности в гражданском секторе экономики страны, в котором объём рынка намного больше военного и который ждёт конкурентоспособный отечественный высокотехнологичный продукт.

Особое внимание на предприятии уделяется таким направлениям:

- системам измерения аэрометрических параметров с повышенной надёжностью и живучестью и малым энергопотреблением на основе всеракурсных миниатюрных ПВД, исключающих подвижные элементы опре-

Фото 1. Аппаратура
разработки
и производства
АО «Аэроприбор-Восход»
на МАКС-2019



деления аэродинамических углов, для самолётов и вертолётов;

- системам управления общесамолётным и общевертолётным оборудованием;
- созданию и освоению в серийном производстве комплексных пилотажно-навигационных резервных приборов со встроенными аэрометрическими и инерциальными датчиками.

АО «Аэроприбор-Восход» обладает необходимым и достаточным научно-техническим потенциалом и специальными «ноу-хау», которые позволяют предприятию стать центром компетенции авиаприборостроения по следующим направлениям:

- аэрометрические системы и приборы для всех типов летательных аппаратов военного и гражданского назначения;
- системы управления общесамолётным оборудованием;
- прецизионные датчики давления и образцовые измерительные системы на их основе;
- многофункциональные приёмники воздушного давления;
- перспективные системы навигации, опирающиеся на новые физические принципы и технические концепции;
- электронные комбинированные резервные пилотажно-навигационные приборы с использованием унифицированных трёхдюймовых ЖК-индикаторов.

Достижения АО «Аэроприбор-Восход» по этим направлениям соответствуют мировому уровню. По новому поколению аэрометрических систем для самолётов Су-35С, Су-57, МС-21 и вертолёта Ка-52 аппаратура вообще не имеет аналогов. Уровень, достигнутый предприятием по разработке и производству датчиков давления на АО «Аэроприбор-Восход», доступен только одной-двум иностранным фирмам.

Из всех компаний авиационной отрасли АО «Аэроприбор-Восход» является наиболее подготовленным предприятием для создания отраслевого центра по разработке образцовых средств измерения давления и проведения поверочных и калибровочных работ. Развитие такого центра позволит остановить наметившуюся тенденцию замещения устаревших российских измерительных систем западными аналогами.



Сохранились и получили дальнейшее развитие основные долговременные направления работ, положившие начало серийному выпуску изделий в рамках опытного производства. Следует отметить, что продолжен выпуск изделий для модернизации боевой техники ВКС РФ и для нового поколения гражданских воздушных судов.

В обеспечение комплектации нового поколения многофункционального оборудования самолётов продолжилось совершенствование технологии прецизионных датчиков давления вибрационного типа. Налажен процесс серийного производства и продолжается работа по улучшению их характеристик в части стойкости к жёстким внешним воздействиям.

Этапная миниатюризация прецизионных датчиков даёт возможность достичь сопоставимых размеров с датчиками, изготовленными по технологиям, обеспечивающим массовое производство (полупроводниковым, кварцевым и т.п.) при превосходстве в точностных характеристиках фирменного метода измерений давления, что существенно укрепляет конкурентоспособность оборудования разработки АО «Аэроприбор-Восход» на всех рынках.

Успешно прошли опытно-конструкторские работы на серийном Су-35С и истребителе пятого поколения Су-57 с распределённой системой определения параметров взаимодействия летательного аппарата с воздушной средой, включая и аэродинамические углы. Многофункциональные приёмники воздушных давлений штыревого типа, существенно меняющие облик летательного аппарата, защищены патентами. Реализация этой разработки заметно укрепила конкурентоспособность продукции фирмы на внешнем и внутреннем авиационных рынках. Предварительное заключение по лётно-

Фото 2.

Сферический ПВД



Фото 3. СИВПВ-52

конструкторским испытаниям подтвердило существенное улучшение характеристик по сравнению с традиционными методами измерений на сверхманевренных летательных аппаратах.

Продолжается выпуск системы СИВПВ-52 для боевого вертолёта Ка-52 армейской авиации. Система состоит из двух функционально законченных модулей (МИВП), включающих в себя два ПВД, блок контроля обогрева ПВД, блок датчиков давления, датчики температуры наружного воздуха, вычислитель воздушных параметров полёта и источник питания.

СИВПВ-52 комплектуется новыми многофункциональными приёмниками воздушных давлений специальной формы ПВД-44 разработки АО «Аэроприбор-Восход». Следует отметить, что СИВПВ-52 прошла все виды испытаний и серийно выпускается на предприятии.

Оснащённый СИВПВ-52 вертолёт впервые получил возможность всеракурсных измерений параметров своего движения, начиная с режима «висения». Эти результаты убедительно доказали необходимость дальнейшего развития данного принципа измерений аэрометрических параметров на вертолётах. Система также применяется на вертолётах корабельного базирования Ка-52К с укороченными несущими консолями. В настоящее время прорабатывается вопрос его применения на целом ряде вертолётов различных типов.

Продолжилось дальнейшее развитие ряда приборов, выполненных с использованием полноцветных жидкокристаллических матриц. В дополнение к высотомерам, резервным ППКР-СВС и НПИ идёт разработка интегрированной системы резервных приборов ИСРП-21, обеспечивающей автономное измерение и индикацию аэрометрических параметров и пространственного положения летательного аппарата.

Из наиболее значимых результатов следует отметить завершение с положительными результатами 1-го этапа государственных совместных испытаний самолёта Ил-76МД-90А, окончание с положительными результатами межведомственных испытаний системы СВС-96ВС-70/45, предназначенных для модернизации самолётов стратегической авиации.

В процессе разработки находится малогабаритный измерительный комплекс бортового оборудования (МИКБО-М), предназначенный для измерения аэрометрических параметров

Фото 4. Комплект аппаратуры СИВСП-35



на летательных аппаратах так называемой «малой» авиации с выводом информации на устройства типа планшетных компьютеров. Малогабаритная измерительная часть имеет беспроводную связь с планшетом (WiFi или Bluetooth). Основное преимущество комплекса – низкая стоимость, поскольку нет необходимости комплектовать его дорогостоящим ЖКИ. Роль индикатора выполняют любой смартфон или планшет.

В рамках развития линейки малогабаритных приборов с матричной ЖК-индикацией коллектив предприятия разрабатывает навигационно-посадочный индикатор НПИ-В-112 для военно-транспортного самолёта Ил-112В, совершившего первый полёт в марте 2019 года.

Осуществлена постановка на серийное производство изделий, устанавливаемых на различные объекты ракетной техники.

Успешно развивается тематика систем управления общевертолётным оборудованием. Комплектами аппаратуры СУОВО оснащены опытные вертолёты. Данная система имеет ряд уникальных преимуществ:

1. Система снижает нагрузку на лётный состав, позволяя детектировать перегрузку либо короткое замыкание в любой электрической цепи нагрузки. При авариях происходит автоматическое перераспределение нагрузок, что позволяет полностью исключить человеческий фактор.

2. СУОВО-С – система с открытой архитектурой, количество применяемых блоков не ограничено. Структура системы может быть полностью переконфигурирована под цели и задачи заказчика.

3. Применение системы СУОВО-С позволило снизить массу бортового оборудования более чем на 200 кг.

4. Система СУОВО существенно расширяет глубину поиска неисправностей на борту вертолёта, что значительно сокращает время предполётной подготовки.

В настоящее время поставлены три комплекта аппаратуры СУОВО-С в ПАО ААК «Прогресс», где ведётся отработка системы СУОВО-С на борту вертолёта Ка-62. Предварительные испытания системы СУОВО-С закончены, ведутся



Фото 5. Комплект аппаратуры СИВСП-БЛА

работы по присвоению литеры «О» конструкторской документации и подготовка к началу межведомственных испытаний. Вертолёт Ка-62 с СУОВО-С на борту совершил первый полёт 26 апреля 2017 года. В настоящее время проводятся предварительные испытания вертолёта и ведётся подготовка к сертификационным испытаниям.

АО «Аэроприбор-Восход» не останавливается на достигнутом и непрерывно совершенствует собственные технические и организационные решения, расширяет круг основных компетенций, осваивает новые технологические процессы с целью предложить рынку продукцию, превосходящую по своим характеристикам лучшие мировые аналоги. Это является залогом удержания лидирующих позиций в отрасли.

Для расширения функциональных возможностей существующих приборов и обеспечения разработки новых интересных образцов в перспективе планируется развивать ряд новых для предприятия базовых компетенций:

- системы электропитания, преобразования и распределения электроэнергии различной мощности;
- системы индикации и управления на базе современных ЖК-панелей, в том числе переносимые мобильные комплексы;
- радионавигационные системы и устройства, работающие по сигналам от нескольких систем (ГЛОНАСС, GPS и др.);
- системы навигации на альтернативных физических принципах;
- малогабаритные интегрированные навигационные комплексы.

Такой подход позволит предприятию предложить своим заказчикам приборы с расширенным набором функций и с качественно новыми возможностями. ◆

Инерциальные навигационные системы разработки ПАО «МИЭА»: ретроспектива и современность

АЛЕКСЕЙ КУЗНЕЦОВ,
генеральный директор
ПАО «Московский
институт
электромеханики и
автоматики», доктор
технических наук

Инерциальные навигационные системы (ИНС) уже более пятидесяти лет входят в состав большинства авиационных комплексов бортового оборудования и служат для вычисления местоположения, скорости, ориентации и ряда других пилотажно-навигационных параметров. Кроме решения навигационной задачи, ИНС используются для управления самолётом и его оборудованием. Для ИНС характерны полная автономность, то есть работа без дополнительных средств коррекции, высокая точность определения выходных параметров, в том числе в жёстких условиях эксплуатации. Это даёт гарантии того, что ИНС всегда будут актуальны в современных и перспективных бортовых комплексах гражданских и боевых летательных аппаратов (ЛА). В число ведущих отечественных разработчиков ИНС авиационного применения входит Московский институт электромеханики и автоматики (ПАО «МИЭА»).

История МИЭА начинается в 1922 году с изготовлявшего гироскопические приборы завода «Авиаприбор» в Электрическом переулке в Москве. В 30-е годы на заводе был налажен выпуск авиагоризонтов, компасов и других устройств, дублировавших разработки зарубежных фирм «Сперри» и «Асканья». Эта продукция была широко востребована в нашей стране в тот период бурного развития авиации.

Ключевой датой, ознаменовавшей переориентацию на собственные разработки, можно считать 26 мая 1937 года, когда на заводе был создан конструкторско-экспериментальный отдел (КЭО) во главе с главным конструктором

М.А. Шехтманом. Старшим конструктором гироскопических приборов был назначен Е.Ф. Антипов, впоследствии ставший главным конструктором – директором Московского института электромеханики и автоматики. Именно в КЭО сформировался творческий коллектив конструкторов, исследователей и технологов, позже ставший интеллектуальной основой МИЭА. Первыми результатами работы этого отдела стали полностью отечественные авиагоризонты, гиropolукомпасы и указатели поворота, создаваемые на уровне лучших мировых образцов. Одним из наиболее значимых достижений отдела тех лет был аналог автопилота АВП-12, получивший широкое распространение в военной и гражданской авиации страны. Приборы, сконструированные на заводе «Авиаприбор», активно использовались в бортовом оборудовании в ходе всемирно известных рекордных перелётов 30-х годов.

В период Великой Отечественной войны завод «Авиаприбор» и КЭО были эвакуированы в г. Энгельс. Самоотверженная работа продолжилась в тяжелейших условиях военного времени и в практически непригодных для работы помещениях. Однако и в этот самый сложный период завод и ОКБ-213, в которое был переименован КЭО, обеспечивали производство 88% автопилотов, 85% авиагоризонтов, 100% тахометров от общего выпуска в стране.

В конце 1944 года коллективы завода и ОКБ вернулись в Москву. С этого времени постоянно увеличивается объём заданий Министерства авиационной промышленности, расширяется

номенклатура изделий. Пропорционально этому растёт и число сотрудников.

25 октября 1951 года считается датой создания собственно МИЭА, когда на нынешней территории института в Авиационном переулке в Москве был образован серийный завод № 923, переименованный 30 апреля 1966 года в Московский институт электромеханики и автоматики. На новом месте были созданы благоприятные условия труда для коллектива, с большими трудностями помещавшегося на старой территории, и установлено практически всё оборудование, необходимое для работы. Магистральными направлениями деятельности института по-прежнему остаются автопилоты и системы управления, гироскопические приборы и системы на их основе.

Разработка инерциальных навигационных систем и самолётных бортовых комплексов управления начинается в МИЭА на рубеже 60-70-х годов прошлого века. Их создание стало качественным шагом вперёд и во многом определило последующий путь развития института.

История разработок ИНС в МИЭА, их современное состояние и ближайшие перспективы представлены на рисунке 1, на котором, согласно принятой в МИЭА классификации, выделяется пять поколений инерциальных систем. Изделия первых двух поколений были платформенными системами на базе поплавковых гироскопов, а все последующие – бесплатформенными ИНС (БИНС) на базе кольцевых лазерных гироскопов (ЛГ). Начиная с системы БИНС-77, на всех системах стали применяться и кварцевые акселерометры.

Системы первого поколения МИС-45 и МИС-П полностью соответствовали уровню развития техники своего времени, однако по современным меркам имели внушительные габариты, массу и сочетали большое время готовности с довольно низкой точностью. Для систем второго поколения наметился существенный прогресс практически по всем параметрам. Одной из самых удачных разработок института была система И-21, имеющая современный 3-й класс точности, втрое меньшую массу и вдвое меньшее время выставки в сравнении с предшествующими изделиями. Она получила широкое распространение в дальней и транспортной авиации, а многие её образцы прослужили десятки лет.

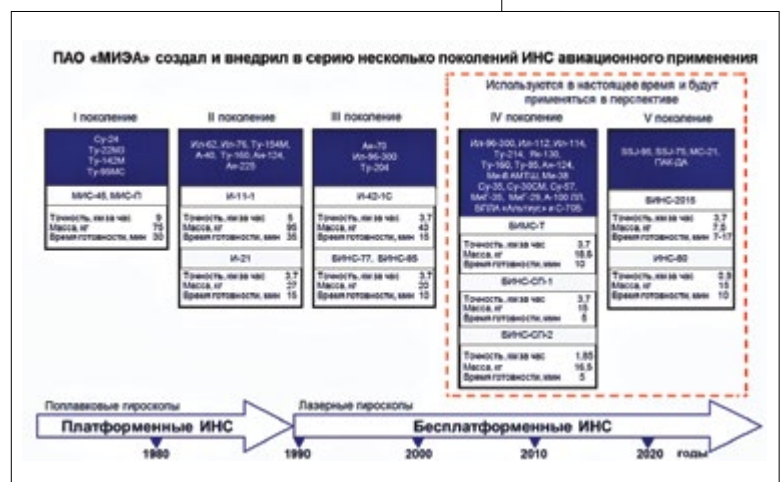
Некоторые из них продолжают использоваться вплоть до наших дней, заменяясь по мере выработки ресурса на современные ИНС, в большинстве случаев также созданные в МИЭА.

Разработка систем третьего поколения была обусловлена переходом от платформенных ИНС к бесплатформенным системам на базе кольцевых лазерных гироскопов и кварцевых акселерометров, что соответствовало мировым тенденциям того времени. Основным элементом платформенных ИНС служит гиростабилизированная платформа, задающая базовые направления в плоскости горизонта и вертикали. Платформа представляет собой прецизионное электромеханическое устройство с большим количеством подвижных частей – механических гироскопов, рамок карданова подвеса, датчиков углов, стабилизирующих двигателей и многих других элементов. В БИНС подвижные части почти отсутствуют, а базовая «платформа» строится математически по показаниям оптических датчиков угловой скорости и акселерометров, жёстко связанных с корпусом БИНС.

Благодаря своим конструктивным особенностям БИНС обладают целым рядом преимуществ в сравнении с платформенными ИНС по технологичности изготовления, надёжности, времени готовности, условиям эксплуатации, информативности. БИНС на базе ЛГ и кварцевых акселерометров в итоге стали самыми распространёнными в авиации и остаются таковыми до нашего времени.

Первая система И-42-1С, разработанная в МИЭА на базе ЛГ, уступала системе И-21 по массе, но

Рис. 1. Этапы развития инерциальных навигационных систем разработки МИЭА, основные характеристики и объекты применения



уже в последующих изделиях БИНС-77 и БИНС-85 было достигнуто превосходство не только по массе, но и по времени выставки в сравнении с лучшим платформенным аналогом. В процессе создания в МИЭА этих систем складывалась научно-производственная основа для разработки всех последующих модификаций БИНС.

Три первых поколения ИНС практически полностью были ориентированы на оснащение тяжёлых самолётов военной, транспортной и гражданской авиации. Вплоть до 90-х годов прошлого столетия это являлось преобладающим направлением в области создания ИНС МИЭА. В критические для российской промышленности 90-е годы коллектив МИЭА, возглавляемый генеральным директором С.П. Крюковым, сумел сохранить научно-производственный потенциал и за собственные средства приступил к разработке четвёртого поколения БИНС. Работа над ним продолжалась в начале 2000-х годов и в настоящее время дала значимые результаты. Об этом красноречиво свидетельствует представленный на рисунке 1 внушительный перечень самолётов, вертолётов и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащённых БИНС МИЭА четвёртого поколения. В них было достигнуто очередное снижение массы и габаритов, сокращено время готовности, с положительными результатами выполнен огромный объём лётных испытаний и полётов в эксплуатации. При этом особо необходимо выделить систему БИНС-СП-2 мильной точности (1,85 км за час полёта), устанавливаемую в настоящее время на большинство истребителей Воздушно-космических сил Российской Федерации (ВКС РФ).

Применение систем на новых сверхманёвренных истребителях, вертолётах и БПЛА с повышенным уровнем многочисленных внешних воздействующих факторов потребовало глубокой проработки и пересмотра ряда конструктивно-технологических решений, бортового программно-математического обеспечения, процессов калибровки, термокомпенсации, переработки соответствующих технологических программ. Это позволило адаптировать БИНС МИЭА четвёртого поколения практически ко всем типам летательных аппаратов и расширить область применения на традиционную для МИЭА нишу тяжёлых самолётов.

Разработка БИНС МИЭА четвёртого поколения дала возможность решить важнейшую проблему импортозамещения систем иностранного производства, доминировавших в недавнем прошлом. Сейчас налажено серийное производство систем БИНС-СП-1, БИНС-СП-2 для ВКС РФ и БИМС-Т для гражданской авиации, не уступающих по точности зарубежным аналогам. Изделия весьма востребованы в наши дни. Есть уверенность в том, что потребность в них не отпадёт в обозримом будущем. Завершая описание БИНС четвёртого поколения, следует отметить коллективы серийных заводов АО «РПЗ», ПАО «Электроприбор» и ПАО «УКБП», освоивших сложные технологические процессы и внёсших существенный вклад в серийное производство БИНС.

Жизнь не стоит на месте. К БИНС предъявляются всё новые повышенные требования по целому спектру направлений – от традиционной оптимизации габаритов, массы и точности до периодически усложняющихся параметров испытаний, сертификации и взаимодействия с современными комплексами бортового оборудования. Это актуально и для гражданской авиации, особенно принимая во внимание начало эксплуатации новых отечественных пассажирских самолётов SSJ и предстоящий выход на рынок среднемагистрального самолёта MC-21. Сейчас на них применяются импортные бесплатформенные инерциальные системы. Характерно, что БИНС традиционно относятся к продукции двойного назначения, что в сложившихся санкционных условиях диктует необходимость разработки отечественных аналогов.

Осуществляемые в настоящее время в ПАО «МИЭА» разработки отвечают этим трендам и обстоятельствам. Коллективом института сделан существенный шаг в области создания малогабаритной БИНС-2015 – системы нового поколения, отвечающей самым современным требованиям, предъявляемым к бортовой аппаратуре гражданской авиации.

На ближайшее будущее планируется очередной важный шаг в области кардинального повышения точности автономной навигации и создания БИНС так называемого полумильного класса точности с погрешностями не более 0,92 км за час полёта.

СИСТЕМА БИНС-2015

Малогабаритная система БИНС-2015 для применения на современных гражданских самолётах заслуживает отдельного рассмотрения. Институт приступил к её разработке в 2012 году на основе анализа характеристик изделий, создаваемых ведущими мировыми производителями БИНС на базе ЛГ. Лучшие из них имеют линейные размеры 10-20 см, веса – в пределах 5-10 кг при точности 1-2 мили за час полёта. Кроме того, система должна удовлетворять требованиям современных нормативных документов в части методик испытаний и сертификации. Разработка отечественной системы, не уступающей продукции мировых лидеров, привела к необходимости создания ряда принципиально новых компонент – от прецизионных механических деталей до электроники и чувствительных элементов.

Чувствительные элементы являются своего рода «сердцем» любой ИНС. От них напрямую зависит качество системы, а также в значительной мере определяется её технический облик. Для использования в системе БИНС-2015 были специально разработаны абсолютно новые малогабаритные кольцевые лазеры (МКЛ) с периметром 16 см, что почти вдвое меньше 28 см периметра гироскопа КЛ-3, используемого в системах предыдущего поколения.

Теория погрешностей кольцевого лазерного гироскопа показывает, что точность прибора в основном определяется качеством оптических поверхностей, свойствами газовой смеси в оптическом контуре прибора и его геометрической точностью, качеством сборки, симметрией и стабильностью газовых разрядов. На размер погрешности влияют сервисная электроника, способы управления прибором, методы обработки первичной информации.

Характерно, что с уменьшением размера гироскопа влияние на точность указанных факторов усиливается. Поэтому прямое заимствование элементов «большого» гироскопа без ужесточения требований к ним оказывается невозможным. Уменьшение габаритов естественным образом влечёт и кардинальную переработку большинства конструктивных узлов гироскопа. Всё это было тщательно исследовано и принято во внимание на этапах разработки и производства МКЛ.

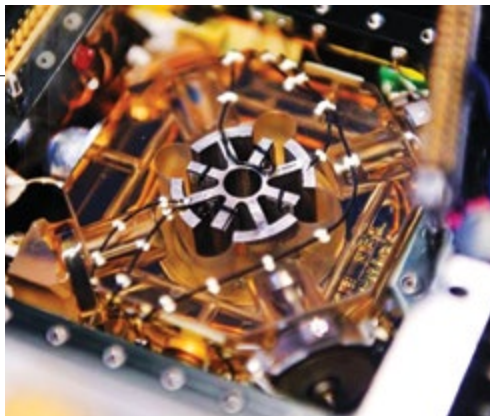


Рис. 2. Малогабаритный кольцевой лазер МКЛ имеет примерно вдвое меньшие габариты, чем «большой» гироскоп КЛ-3 при соизмеримой точности

Ещё одна ключевая особенность нового гироскопа – цифровая электроника, позволяющая управлять прибором и считывать с него информационный сигнал. МКЛ в совокупности с электроникой образуют законченный блок с цифровым выходом.

Для измерения кажущихся ускорений в системе БИНС-2015 используются хорошо зарекомендовавшие себя в эксплуатации на других изделиях акселерометры АК-15. Однако в системе БИНС-2015 компоновка акселерометров была улучшена в сравнении с предыдущими конструкциями блоков акселерометров.

Чувствительные элементы и электроника компонуются в блок, подвешиваемый в корпус БИНС на систему амортизации, которая была разработана заново с учётом конструктивных особенностей системы и внешних воздействий, прописанных в квалификационных требованиях.

Система снабжена достаточно мощным бортовым вычислителем, специально разработанным в МИЭА для системы БИНС-2015, позволяющим реализовать с необходимой частотой и



Рис. 3. Малогабаритный блок чувствительных элементов системы БИНС-2015



Внешний вид и основные характеристики БИНС-2015

Основные характеристики

Время готовности (зависит от широты)	7-17 мин
Среднее время наработки на отказ	20 000 ч
Электропотребление 27 В постоянного тока	35 Вт
Масса	7,5 кг
Д×Ш×В	17×17×17,5 см
Интерфейс	ARINC 429

Точность определения навигационных параметров (2σ)

Инерциальный режим		Гибридный режим (от внешней СНС)	
Географические координаты	3,7 км за час полёта	Географические координаты	44 м
Путевая скорость	4 м/с	Путевая скорость	0,3 м/с
Истинный курс (t – время)	0,2°+ 0,02×t		
Углы крена и тангажа	0,1°		

Внешние воздействующие факторы и условия применения

Угловые скорости	до 128°/с
Линейные ускорения	до 5 g
ШСВ	0,0032 g ² /Гц на 10-980 Гц 0,00085 g ² /Гц на 980-2000 Гц
Температура окружающей среды	от -20°С до +55°С
Высота	до 30 000 м

Рис. 4. БИНС-2015 на монтажной раме

точностью все типовые алгоритмы автономной и корректируемой БИНС. Основная часть её бортовых алгоритмов, используемых в изделиях МИЭА, прошла всестороннюю отладку путём моделирования, проведения стендовых экспериментов и лётных испытаний на ЛА практически всех типов. Этот задел был использован при разработке программного обеспечения (ПО) системы БИНС-2015 и новой бортовой программы.

В состав системы впервые в практике разработок МИЭА внедрён модуль конфигурационный (МК). Он устанавливается рядом с БИНС и даёт возможность запоминать угловые поправки, производить замену инерциальных блоков без последующей юстировки. Этот же блок позволяет разрабатывать многоверсионное ПО, обеспечивающее применение БИНС на разных летательных аппаратах без перезаписи ПО под конкретный тип ЛА в процессе производства и эксплуатации БИНС. Аналогичное решение широко применяется в мировой практике.

Таким образом, при создании БИНС-2015 использован лучший опыт разработок систем предыдущих поколений и применены совершенно новые технические решения, обеспечивающие её современный технический облик и

соответствие требованиям к испытаниям и сертификации.

Приведённые характеристики БИНС-2015 свидетельствуют о том, что она не уступает по своим показателям изделиям лидирующих мировых производителей.

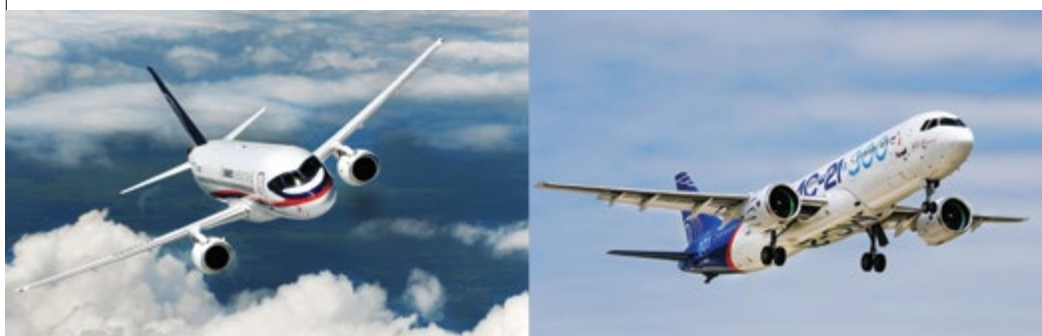
В настоящее время она проходит испытания и сертификацию. Проведена серия наземных отработок. На ближайшее будущее запланированы сертификационные лётные испытания на пассажирском самолёте SSJ-100. В ближайшей перспективе БИНС-2015 войдёт в состав комплексов бортового оборудования SSJ-100 и нового среднемагистрального самолёта МС-21.

Обладая уникальным опытом в области создания систем управления и навигации для летательных аппаратов гражданского и военного назначения, Московский институт электромеханики и автоматики не останавливается на достигнутом.

Институт активно решает задачи по импортозамещению и разработке бесплатформенных инерциальных систем нового поколения полумильного класса точности.

Мы гордимся своей историей и уверенно смотрим в будущее. ◆

Рис. 5. Объекты применения системы БИНС-2015 – самолёты SSJ-100 и МС-21



Исследование аэродинамических характеристик приёмников воздушных давлений

При пилотировании воздушных судов для обеспечения безопасности полёта в атмосфере необходима достоверная информация о параметрах движения относительно окружающей воздушной среды.

В основу построения систем измерения высотно-скоростных параметров полёта воздушного судна положен аэродинамический (аэрометрический) метод, использующий связь барометрической и относительной высоты, истинной воздушной скорости, приборной скорости и числа Маха со статическим, полным или динамическим давлениями набегающего воздушного потока. Восприятие полного и статического давлений осуществляется приёмником воздушных давлений (ПВД), устанавливаемым на фюзеляже и вынесенным в набегающий воздушный поток.

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЁМНИКА ВОЗДУШНЫХ ДАВЛЕНИЙ

Под статическим понимают давление, которое существует в данной точке невозмущённой среды. Если бы измеряющий прибор двигался со скоростью потока и при этом не деформировал его, то воспринимаемое давление соответствовало бы статическому. Физически невозможно создать ПВД, удовлетворяющий этим условиям. Поэтому любой ПВД воспринимает статическое давление со свойственной ему погрешностью, которая определяется геометрическими параметрами формы приёмника.

Основным параметром, характеризующим качество приёмника статического давления ПВД, является аэродинамический коэффициент статического давления \bar{P} , определяемый отношением разности давления P_x , воспринимаемого приёмником статического давления, и статического давления P_H набегающего воздушного потока к скоростному напору, т.е.

$$\bar{P} = \frac{P_x - P_H}{q} \quad (1)$$

На рисунке 1 показано распределение аэродинамического коэффициента \bar{P} по поверхности цилиндрического приёмника. На нём видно, что \bar{P} является функцией $\bar{P} = f(l)$ координаты $x = l/d$ точки отбора статического давления на внешней обтекаемой поверхности ПВД.

Если вектор скорости набегающего воздушного потока не параллелен оси симметрии приёмника, то воспринимаемое статическое давление P_x зависит также от угла скоса потока. Если статическое давление P_x воспринимается посредством нескольких отверстий, сим-

АНДРЕЙ БЕРГ,
генеральный директор
АО «Ульяновское
конструкторское бюро
приборостроения»
(АО «УКБП»)

**ВАЛЕРИЙ
ДЕРЕВЯНКИН,**
первый заместитель
генерального директора
АО «УКБП», кандидат
технических наук

**ВЛАДИМИР
ПАВЛИНОВ,**
главный конструктор
аэрометрических
систем АО «УКБП»

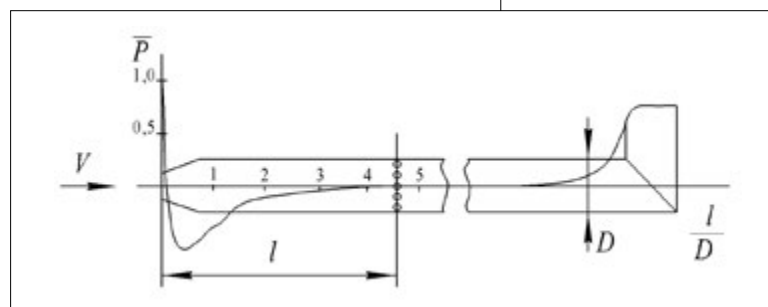


Рис. 1. Распределение аэродинамического коэффициента статического давления по длине цилиндрического ПВД

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВСКИЙ,
начальник тематической
конструкторской
бригады АО «УКБП»

ВЛАДИМИР СОЛДАТКИН,
заведующий
кафедрой «Приборы
и информационно-
измерительные
системы» (ПИИС)
Казанского
национального
исследовательского
технического
университета им.
А.Н. Туполева, доктор
технических наук

ВЯЧЕСЛАВ СОЛДАТКИН,
доцент кафедры
ПИИС КНИТУ им.
А.Н. Туполева, доктор
технических наук
генеральный директор
АО «Ульяновское
конструкторское бюро
приборостроения»
(АО «УКБП»)

метрично расположенных по окружности, то изменение аэродинамического коэффициента статического давления из-за угла скоса потока α можно описать выражениями

$$\bar{P}_a = -\bar{P} \sin^2 \alpha \quad \text{и} \quad \bar{P}_{\text{из}} = \bar{P} + \bar{P}_a = \bar{P}(1 - \sin^2 \alpha), \quad (2)$$

где $\bar{P}_{\text{из}}$ – аэродинамический коэффициент статического давления с учётом угла скоса потока α .

При установке ПВД в набегающем воздушном потоке со скоростью V (рис. 2) полное давление представляет собой давление, приходящееся на единицу поверхности входной части приёмника, перпендикулярной направлению набегающего воздушного потока.

На рисунке 2 видно, что давление на входе ПВД будет равно полному давлению набегающего воздушного потока при диаметре d входного отверстия, во много раз меньшем диаметра D приёмника. При этом воспринимаемое полное давление будет равно

$$P_{\text{П}} = P_H + \frac{\rho_H V^2}{2} = P_H + P_{\text{дин}} = P_H + q, \quad (3)$$

где P_H и ρ_H – статическое давление набегающего воздушного потока и плотность воздуха на барометрической высоте H ; $P_{\text{дин}}$ – динамическое давление набегающего потока; q – скоростной напор.

Из-за конкретного значения отношения d/D и возможного изменения угла скоса набегающего воздушного потока воспринимаемое ПВД давление $P_{\text{П}}$ не будет равно истинному полному давлению набегающего воздушного потока, и

будет иметь место погрешность восприятия полного давления. Эта погрешность учитывается аэродинамическим коэффициентом полного давления $\bar{P}_{\text{П}}$ который является персональной характеристикой каждого ПВД в ограниченных диапазонах углов атаки и скольжения.

Аэродинамический коэффициент полного давления $\bar{P}_{\text{П}}$ характеризует качество восприятия полного давления ПВД и определяется по формуле

$$\bar{P}_{\text{П}} = \frac{2(P_{\text{П}} - P_H)}{\rho_H V^2} = \frac{P_{\text{П}} - P_H}{q} = \frac{P_{\text{дин}}}{q}. \quad (4)$$

Как видно из формулы (4), коэффициент $\bar{P}_{\text{П}}$ определяет не только качество восприятия полного давления $P_{\text{П}}$, но и искажение динамического давления $P_{\text{дин}}$ воспринимаемого ПВД.

Численное значение коэффициента $\bar{P}_{\text{П}}$ определяется по результатам продувок ПВД в аэродинамических трубах при изменении скорости V , плотности ρ_H и скоса потока в рабочем диапазоне углов атаки и скольжения.

Приведённые выше аэродинамические коэффициенты являются показателями качества приёмника воздушных давлений и в конечном итоге определяют точность вычисления высотно-скоростных параметров по давлениям, воспринимаемым ПВД. Современные бортовые вычислительные системы и предварительная калибровка приёмника на борту позволяет алгоритмически минимизировать ошибку, но при замене приёмника на аналогичный или при установке на другой бортоотличия в аэродинамических коэффициентах приведут к большим погрешно-

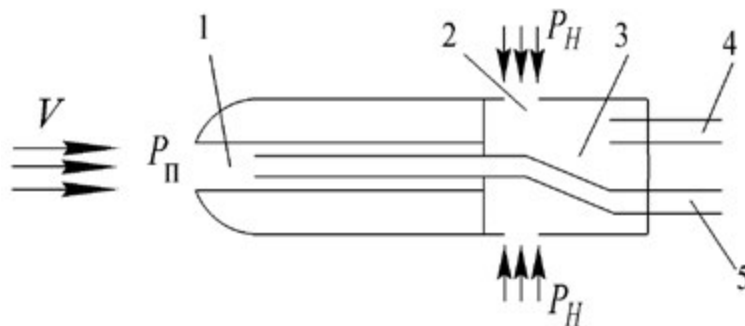


Рис. 2. Схема построения и работы ПВД: 1 – камера полного давления; 2 – отверстия статического давления; 3 – камера статического давления; 4 – трубопровод статического давления; 5 – трубопровод полного давления

стям вычисления высотно-скоростных параметров. Поэтому мировая практика выработала некоторые стандарты. Например, согласно международному стандарту SAE AS8006 каждый приёмник воздушных давлений на этапе производства проходит испытания в аэродинамических трубах. При этом погрешности восприятия полного и статического давлений приёмников (без компенсации) при всех углах атаки должны быть в пределах $\pm 0,02 q$ ($\bar{P}_n = \bar{P}_{на} \pm 0,02$) при приборных скоростях до 200 узлов (≈ 375 км/ч), при воздушных скоростях более 200 узлов – не более $\pm 0,01 q$. Производитель (поставщик) должен иметь хотя бы один серийный калиброванный стандартный (эталонный) приёмник данного типа, который должен использоваться для сравнения с испытываемым образцом. При сравнении данных испытываемого и калиброванного эталонного приёмника разница статического давления не должна быть больше чем $\pm 0,002 q$. Разница в показаниях полного давления не должна быть больше $\pm 0,005 q$. Любые ошибки, превышающие $\pm 0,005 q$, должны являться причиной отбраковки приёмника.

В соответствии с Авиационными правилами АП25 погрешность измерения воздушной скорости без учёта инструментальной погрешности указателя не должна превышать 3% или 9 км/ч во всём диапазоне скоростей. Каждая система статического давления должна быть тарирована таким образом, чтобы погрешность в показаниях барометрической высоты в условиях стандартной атмосферы, исключая инструментальную погрешность указателя, не была более 9 м на каждые 185 км/ч скорости.

ВЛИЯНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПВД НА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ

Истинная воздушная скорость V_B определяется по формуле

$$V_B = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_{ст}}{P_0} + 1 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \right)} = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_n}{P_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \right)}. \quad (5)$$

где $g = 9,80665$ м/с² – ускорение силы тяжести; $k = 1,4$ – показатель адиабаты для воздуха.

Погрешность определения истинной воздушной скорости, обусловленную погрешно-

стью восприятия статического давления ПВД, можно оценить, используя выражение

$$\Delta V_B = V_B \cdot \sqrt{\frac{2g(1 - \bar{P}_{ст})}{P_H}}. \quad (6)$$

Приборная воздушная скорость полёта $V_{пр}$ вычисляется как функция динамического давления (скоростного напора), приведённого к нормальным условиям при $H=0$ ($T_0 = 288,15$ К, $P_0 = 101325$ Па = 760 мм рт. ст.), по формуле

$$V_{пр} = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_{ст}}{P_0} + 1 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \right)} = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_n}{P_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \right)}. \quad (7)$$

Погрешность определения приборной скорости, обусловленной погрешностью восприятия статического давления, можно оценить, используя соотношение

$$\Delta V_{пр} = \sqrt{\Delta_H} \Delta V_B = \sqrt{\frac{P_H T_0}{P_0 T_H}} \Delta V_B. \quad (8)$$

где $\Delta_H = \frac{P_H}{P_0} = \frac{P_H T_0}{P_0 T_H}$ – относительная плотность воздуха на высоте полёта H .

В соответствии с моделью стандартной атмосферы барометрическая высота H определяется гипсометрическими формулами:

- для высот до 11 000 м

$$H = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0} \right)^{\frac{\tau}{R}} \right], \quad (9)$$

где $T_0 = 285$ К и $P_0 = 101325$ Па = 760 мм рт.ст. абсолютная температура и давление воздуха на высоте $H=0$ стандартной атмосферы; $\tau = 0,0065$ К/м – температурный градиент; $R = 29,27125$ м/К – газовая постоянная;

- для высот более 11 000 м

$$H = H_{11} + RT_{11} \ln \frac{P_{11}}{P_H}, \quad (10)$$

где $T_{11} = 216,65$ К и $P_{11} = 22632$ Па = 169,754 мм рт.ст. – абсолютная температура и давление воздуха на высоте $H_{11} = 11 000$ м.

Погрешность определения барометрической высоты в диапазоне до 11 000 м, обусловленная неточностями восприятия статического давления ПВД, можно определить, используя соотношение вида

$$\Delta H = \frac{H - 3,53275 - (P_H - \bar{P}_{ст} q)^{0,19026310}}{0,000079691}, \quad (11)$$

где ΔH – абсолютная погрешность, выраженная в метрах; q – скоростной напор в мм рт.ст.; P_H – статическое давление набегающего воздушного потока в мм рт.ст.

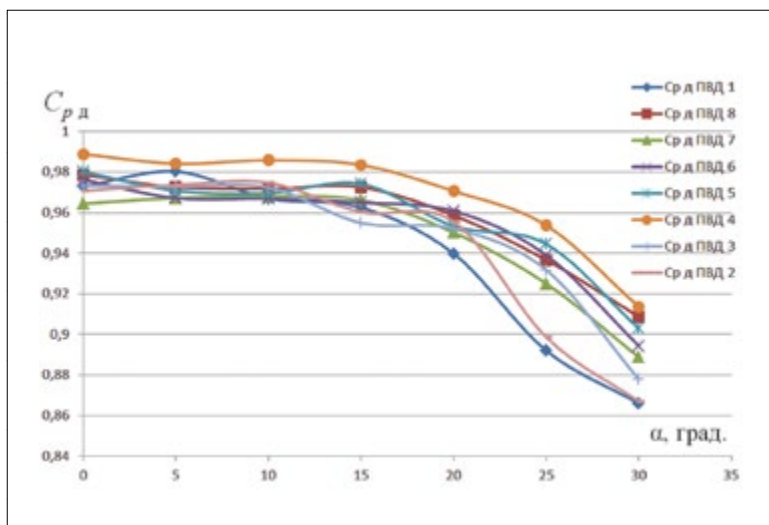


Рис. 3. Изменение аэродинамических коэффициентов полного (динамического) давления партии ПВД при изменении угла скоса набегающего потока

ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАРТИИ ПРИЁМНИКОВ ВОЗДУШНЫХ ДАВЛЕНИЙ

В аэродинамической лаборатории предприятия проведены экспериментальные исследования серии (партии) из 8 приёмников воздушных давлений с компенсацией по статике, изготовленных по одной конструкторской документации и прошедших приёмку по геометрическим параметрам.

Приёмники размещались в рабочей части измерительной аэродинамической установки

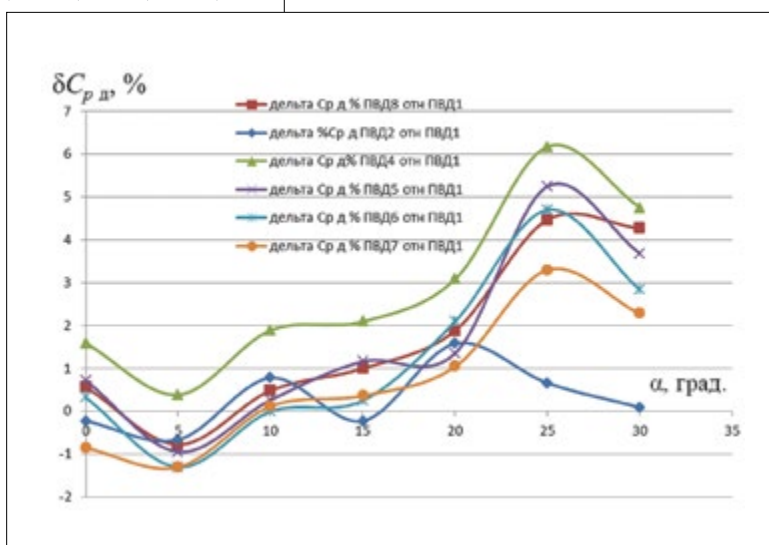


Рис. 4. Процентный разброс аэродинамических коэффициентов полного (динамического) давления партии приёмников воздушных давлений при изменении угла скоса потока

типа ЭМС-0,1/60, прошедшей необходимую проверку.

Исследовались угловые характеристики серии приёмников воздушных давлений. Средняя скорость воздушного потока задавалась равной 41,7 м/с (150 км/ч). Температура воздуха в машинном зале составляла 20°С, влажность – 42%.

Аэродинамические коэффициенты статического давления $\bar{P}_{ст}$, обозначенные в автоматизированных экспериментах как $C_{р\ стат}$, и аэродинамические коэффициенты полного (динамического) давления $\bar{P}_{дп}$, обозначенные как $C_{р дп}$, рассчитывались после замеров статического и полного давлений для каждого исследуемого образца с помощью образцовых приборов.

На рисунке 3 представлены графики изменения аэродинамических коэффициентов $C_{р д}$ полного (динамического) давления партии приёмников воздушных давлений при изменении угла скоса набегающего воздушного потока в диапазоне от 0 до 30°.

Графики на рисунке 3 показывают, что разброс аэродинамического коэффициента полного (динамического) давления исследуемой партии ПВД при изменении угла скоса потока от 0 до 20° находится в пределах 0,03, для диапазона угла скоса от 0 до 30° – увеличивается до 0,07.

Относительный разброс в процентах отклонений аэродинамических коэффициентов полного (динамического) давления остальных приёмников, когда в качестве эталонного приёмника воздушных давлений принят ПВД1, продемонстрирован на рисунке 4.

На нём видно, что разброс аэродинамических коэффициентов полного (динамического) давления $C_{р д}$ исследуемой партии при угле скоса, равном нулю, находится в интервале 1,5% (0,015), при угле скоса 25° увеличивается до 6% (0,06). Это существенно превышает требования стандартов SAE.

На рисунке 5 приведены графики, показывающие, как разброс аэродинамических коэффициентов каждого приёмника относительно (эталонного) ПВД1 влияет в процентном отношении на величину вычисленной воздушной скорости.

Здесь видно, что величина вычисленной воздушной скорости с учётом разброса аэро-

динамических коэффициентов исследуемых приёмников воздушных давлений относительно эталонного ПВД1 при углах скола, равных нулю, составляет не более 8%, в диапазоне углов скола до 25° увеличивается до 20...25%, при увеличении угла скола до 30° достигает значения более 30%, что обусловлено неидентичностью аэродинамических коэффициентов приёмников.

На рисунке 6 представлены графики вычисленных аэродинамических коэффициентов $C_{р стат}$ статического давления партии приёмников воздушных давлений при изменении угла скола набегающего воздушного потока.

Рисунок 6 демонстрирует, что аэродинамические коэффициенты статического давления исследуемой партии приёмников (ПВД с компенсацией по статике) изменяются от 0,5 при угле скола, равном нулю, до 0,8 при угле 25°, при этом разница между ними возрастает от 0,05 до 0,5 при угле скола 30°.

На рисунке 7 приводятся графики, показывающие различие в процентном отношении при определении барометрической высоты партии ПВД по отношению к эталонному ПВД1, обусловленное неидентичностью аэродинамических коэффициентов статического давления приёмников.

Вышеприведённые графики показывают, что разброс в определении барометрической высоты партии ПВД относительно эталонного ПВД1 при сколе потока, равном нулю, составляет 5%, в диапазоне углов скола от 0 до 30° возрастает до 10%.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОПУСКОВ НА ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ПВД ПО АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Основным требованием к конструкции ПВД является обеспечение допустимого разброса значений аэродинамических коэффициентов полного \bar{P}_n и статического \bar{P} давлений при его производстве, стабильности указанных коэффициентов в рабочих диапазонах скоростей и высот полёта в заданном диапазоне изменения углов атаки и скольжения.

Технологический разброс геометрических параметров ПВД от номинальных значений является причиной изменения аэродинамических

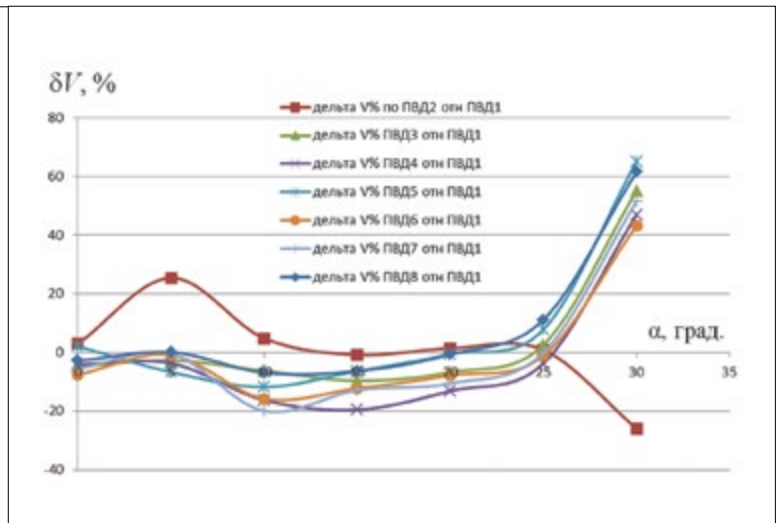


Рис. 5. Различия в вычислении воздушной скорости (в процентах) партии приёмников воздушных давлений относительно эталонного ПВД1 из-за разброса аэродинамических коэффициентов каждого приёмника

коэффициентов давлений \bar{P}_n и \bar{P} и неидентичности аэродинамических характеристик выпускаемых образцов ПВД. Проведённые исследования показывают, что разброс $\Delta\bar{P}$ аэродинамического коэффициента статического давления \bar{P} , обусловленный технологическим разбросом геометрических параметров ПВД, может достигать значений $\Delta\bar{P} = \pm(0,08...0,12)$. При этом нарушение формы, неровности и заусенцы отверстий забора статического давления могут увеличивать значение $\Delta\bar{P}$ до 0,2, нарушая идентичность

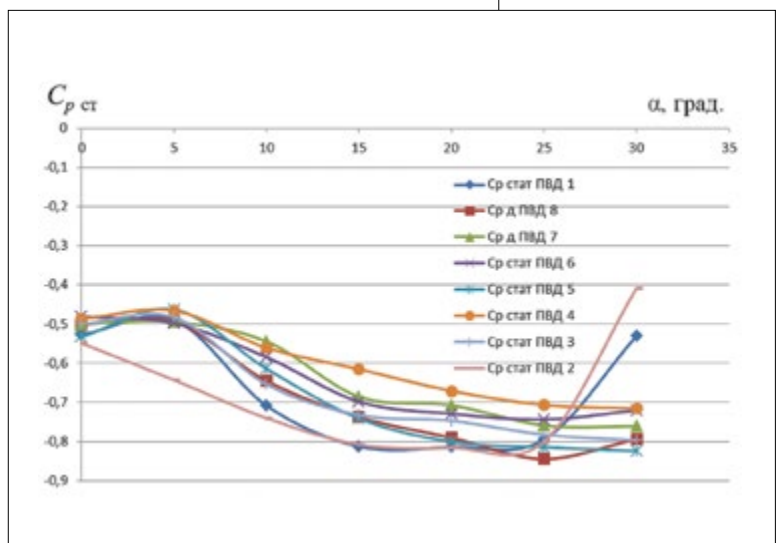


Рис. 6. Изменения аэродинамических коэффициентов статического давления партии приёмников воздушных давлений при измерении угла скола потока

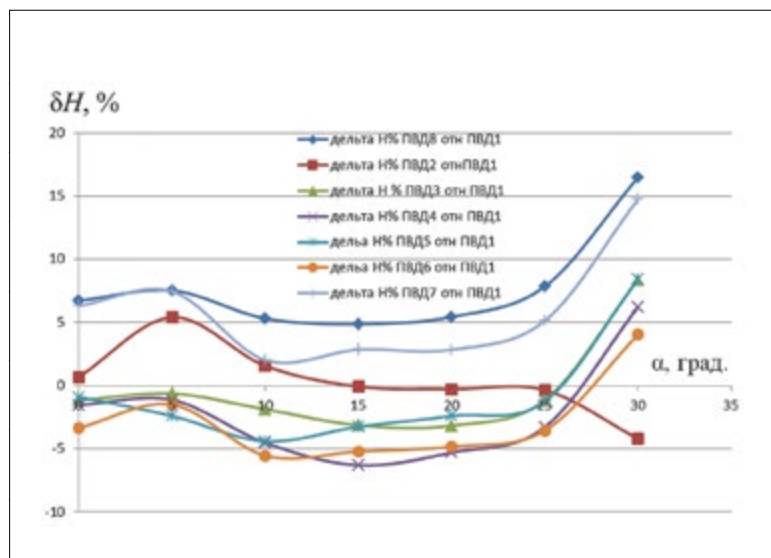


Рис. 7. Разница в процентном отношении при определении барометрической высоты партии ПВД относительно эталонного ПВД1

аэродинамических характеристик ПВД. Отметим, что в соответствии с международными стандартами максимальные изменения аэродинамического коэффициента \bar{P} собственно ПВД не должны превышать $\Delta\bar{P} = \pm 0,05$.

Всё это обуславливает необходимость проведения индивидуальной калибровки и отбраковки ПВД при их производстве не только по геометрическим параметрам, как это делается сегодня, но и по их аэродинамическим характеристикам, определяемым индивидуальными значениями аэродинамических коэффициентов и \bar{P}_n и \bar{P} , которые далее вносятся в паспорт каждого ПВД.

В стандартах международной организации SAE изложена методика калибровки и отбраковки ПВД после их изготовления до поставки заказчику, которая предусматривает:

1. Проверку индивидуальных аэродинамических характеристик приёмников полного и статического давления, когда каждый приёмник должен подвергаться испытаниям, которые изготовитель посчитает необходимыми для подтверждения их соответствия требованиям стандартов SAE.

2. Проведение аэродинамических испытаний каждого приёмника полного и статического давления, с определением аэродинамических характеристик, в ходе которых каждый из них должен быть подвергнут воздействию равно-

мерного воздушного потока со скоростью 85 узлов (≈ 150 км/ч) и угловом положении в рабочей части аэродинамической трубы в пределах 0,5 град от центральной линии приёмника.

3. Наличие у производителя (поставщика) не менее одного серийного калиброванного эталонного приёмника воздушного давления данного типа, который должен использоваться для сравнения с каждым испытываемым образцом.

4. Необходимость отбраковки ПВД после сравнения калиброванного эталонного приёмника воздушных давлений с испытываемым образцом, когда разница в показаниях статического давления испытываемого и эталонного образцов больше чем $\pm 0,02q$ и разница в показаниях полного давления превышает $\pm 0,05q$.

5. Проведение квалификационных аэродинамических испытаний приёмника данного типа, с определением аэродинамических характеристик в диапазоне рабочих скоростей (5 диапазонов) и угловом положении от минус 6 град до +0,5 град с градацией 2 град.

ВЫВОДЫ

Экспериментальные исследования аэродинамических характеристик приёмников воздушных давлений, изготовленных по одной конструкторской документации и прошедших приёмку по геометрическим параметрам, свидетельствуют о существенном разбросе аэродинамических характеристик и несоответствии регламентируемым требованиям по каналам статического и полного давлений.

Они убедительно показывают необходимость определения индивидуальных аэродинамических характеристик каждого приёмника воздушных давлений и проведение квалификационных аэродинамических испытаний приёмника данного типа. По их результатам определяются индивидуальные аэродинамические коэффициенты каналов полного и статического давлений, которые заносятся в паспорт каждого ПВД для последующего учёта при вычислении высотно-скоростных параметров в измерительных каналах системы воздушных сигналов.

Реализация такого подхода и нормирования аэродинамических характеристик ПВД на этапе производства и испытаний должны регламентироваться отечественными стандартами. ◆

Комплексное решение проблемы утилизации опасных медицинских отходов

Акционерное общество «Государственный Рязанский приборный завод» (АО «ГРПЗ») давно и надёжно зарекомендовало себя ведущим российским производителем передового бортового радиоэлектронного оборудования. Деятельность предприятия не ограничивается только этим направлением. Завод хорошо известен как изготовитель первых российских зарядных станций ФОРА для электромобилей, современных промышленных и бытовых инверторных сварочных аппаратов «Форсаж», а также целого спектра медицинской техники.

Создание новой продукции, востребованной в медицинской отрасли, является сегодня одним из приоритетов предприятия.

В октябре 2019 года на совещании по финансовому оздоровлению предприятий оборонно-промышленного комплекса страны Президент России Владимир Путин сказал: «...Перед организациями ОПК, помимо профильной работы, создания заделов для техники новых поколений, стоят масштабные задачи по увеличению выпуска гражданской, причём высокотехнологичной, продукции, востребованной, конкурентоспособной как у нас внутри страны, так и на мировых рынках.

Широкое поле для реализации такой продукции открывается в рамках выполнения национальных проектов. Особенно нужна медицинская, строительно-дорожная техника, телекоммуникационные системы и оборудование для переработки отходов и мусора».

Филиал АО «ГРПЗ» – Касимовский приборный завод в 2019 году начал серийный выпуск новых изделий медицинской техники – комплексных установок собственной разра-

ботки для утилизации медицинских отходов УМО-21 ПЗ и УМО-75 ПЗ.

Трудно переоценить значимость и актуальность создания подобной техники. В настоящее время проблема утилизации медицинских отходов остро стоит в нашей стране и во всём мире. Из-за своей потенциальной опасности для окружающих этот вид отходов находится на особом учёте у контролирующих органов.

Работа по созданию установок для утилизации началась в 2017 году в рамках диверсификации товарной линейки и расширения номенклатуры выпускаемой АО «ГРПЗ» продукции.



ПАВЕЛ БУДАГОВ,
генеральный директор
акционерного общества
«Государственный
Рязанский приборный
завод»

Установка УМО-21 ПЗ



Установка УМО-75 ПЗ

В результате совместных действий с Министерством промышленности и экономического развития Рязанской области завод получил субсидию на разработку нового изделия. Его опытный образец испытали в Научно-исследовательском институте дезинфектологии Роспотребнадзора, а в 2018 году получено регистрационное удостоверение Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения.

Установки УМО-21 ПЗ и УМО-75 ПЗ предназначены для утилизации инфицированных медицинских отходов опасного «Б» и чрезвычайно опасного «В» классов. К классу «Б» принадлежат отходы, представляющие эпидемиологическую опасность, к классу «В» – чрезвычайную эпидемиологическую опасность.

После процесса обеззараживания в установках медицинские отходы можно накапливать, временно хранить, транспортировать и уничтожать совместно с неопасными для здоровья и жизни человека бытовыми отходами класса «А». Технология утилизации полностью соответствует санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам.

Оборудование, состоящее из установки по обеззараживанию отходов и пресс-деструктора, перерабатывает стеклянные флаконы, ампулы, пробирки, мелкие металлические предметы – иглы, ланцеты, скальпели, изделия из латекса, целлюлозы, резины, дерева, ткани. При этом уничтожаются биологический материал и культуры бактерий.

Отходы перед началом обработки не требуется сортировать и мыть. Их размещают в специальных пакетах и обрабатывают насыщенным паром под давлением при температу-

ре 134-136°C. Затем обеззараженные отходы прессуют в брикеты с помощью деструктора, после чего их вывозят на полигоны твёрдых бытовых отходов.

Оборудование управляется автоматически. Процесс утилизации экологически чист и не имеет побочных выбросов, загрязняющих воздух, воду или землю. В результате обработки не образуются хлорсодержащие отходы, диоксины и другие вредные углеводороды, как это происходит при сжигании. Не используются лезвия-измельчители, которые требуют частой замены.

К другим преимуществам новых изделий предприятия можно отнести компактность, надёжность и простоту в эксплуатации. Минимальные требования к использованию установок – наличие электроподключения и канализации для слива воды.

Продукция предприятия подходит для любых стационарных лечебно-профилактических учреждений – как больших клиник, так и фельдшерско-акушерских пунктов.

Для медучреждений, в которых образуется большое количество опасных медицинских отходов (крупные больницы, станции переливания крови, клиники инфекционного профиля), подойдёт установка УМО-75 ПЗ. В небольших клиниках, в том числе частных, в сельских фельдшерско-акушерских пунктах, амбулаториях целесообразно иметь компактное оборудование УМО-21 ПЗ.

Следует отметить, что цены на установки производства АО «ГРПЗ» демократичнее, чем на импортные аналоги. Применение этих изделий даст возможность медицинским учреждениям сэкономить до 40% расходов на систему обращения с медицинскими отходами.

Своевременная и качественная утилизация медицинских отходов позволит предупредить инфицирование персонала клиник и распространение инфекционных заболеваний среди населения, а также будет способствовать сохранению окружающей среды.

Современные технологии, богатый производственный опыт, помноженные на высокий профессионализм специалистов и рабочих, позволяют АО «ГРПЗ» сегодня выводить на рынок новые уникальные конкурентоспособные изделия.



Производственные мощности позволяют АО «ГРПЗ» выпускать широкий спектр продукции

Государственный Рязанский приборный завод входит в число лидеров среди отечественных производителей медицинского оборудования. Продукцией предприятия оснащены многие медучреждения и санатории в России и странах ближнего зарубежья.

АО «ГРПЗ» серийно выпускает офтальмологические приборы торговой марки diathera. Цифровые портативные приборы для измерения внутриглазного давления – индикаторы ИГД-02 и ИГД-03, тонометры ТГДц-01 и ТГДц-03 – используются для диагностики и контроля глаукомы, которая выступает одной из наиболее социально значимых проблем современной офтальмологии. Процедура измерения проводится через веко в зоне склеры без анестезии глаза. Приборы используются также в сложных клинических случаях, когда невозможно применение традиционных методов измерения, например, при патологии и/или хирургии роговицы, синдроме сухого глаза, аллергических реакциях.

Для лечения близорукости, дальнозоркости, астиопии, компьютерного зрительного синдрома и других глазных заболеваний предназначены магнитотерапевтические аппараты АМТО-01 и АМТО-02 diathera. Они воздействуют на глазное яблоко и прилегающие к нему области импульсным магнитным полем. Процедура эффективна и безболезненна.

Уникальный магнитотерапевтический комплекс «Мультимаг» с новейшей технологией лечения сердечно-сосудистых заболеваний и заболеваний опорно-двигательного аппарата воздействует на организм низкоинтенсивным магнитным полем специальной структуры. Эффективность лечения артериальной гипертонии, заболеваний суставов, позвоночника, сосудов головного мозга с помощью «Мультимага» превышает 85%.

В ассортименте продукции завода представлены воздушные и паровые стерилизаторы для хирургических инструментов, стеклянной посуды, термостойких шприцев и других изделий, применяемых в медицине, а также ультрафиолетовые камеры для хранения стерилизованных медицинских инструментов.

Сейчас АО «ГРПЗ» приступает к серийному производству нового изделия – магнитотерапевтического кресла «РелаксМаг» – продолжения линейки аппаратов общего воздействия. Кресло предназначено для лечения и оздоровления методами магнитотерапии, которые основаны на дозированном воздействии на организм человека слабыми частотно-модулированными магнитными полями, и может использоваться в физиотерапевтических кабинетах поликлиник, больниц, в профилакториях, в фитнес-центрах, спортивных учреждениях, салонах красоты и даже в домашних условиях. ◆

Новое поколение БРЛС корабельных вертолётов

ЕЛЕНА ЕРЁМИНА,
начальник отделения –
главный конструктор
АО «Корпорация
«Фазотрон-НИИР»

По сообщению Министерства обороны Российской Федерации¹, в 2017 году в состав морской авиации Военно-морского флота передан противолодочный вертолёт Ка-27М. В его бортовое оборудование входит радиолокационная командно-тактическая система (РКТС) Fazotron Helicopter Adaptation (FHA), разработанная в АО «Корпорация «Фазотрон-НИИР» и принадлежащая к семейству бортовых радиолокационных станций (БРЛС) «Копьё-А». РКТС типа FHA (в экспортном варианте – БРЛС FNA01Э) обеспечивает решение широкого круга задач, ранее несвойственных для БРЛС, но возложенных на противолодочный вертолёт и его экипаж.

Благодаря модернизации бортового радиоэлектронного оборудования боевая эффективность вертолёта Ка-27М по сравнению с Ка-27 выросла в несколько раз.

В РКТС типа FHA нашли применение все технические новинки нашего времени. Были разработаны новая вычислительная система, состоящая из двух частей – Ц181Ф4 и Ц501Ф2, двухканальный приёмный тракт и современная система видеотоображения информации на ра-

бочем месте штурмана, которая заменила аналоговую систему индикации навигационной и тактической обстановки.

РКТС размещена на вертолёте Ка-27М по двухмодульному принципу: первый модуль располагается в нижней носовой части фюзеляжа, а второй – в средней части вертолёта.

Уникальной особенностью БРЛС FNA01Э в составе РКТС вертолёта Ка-27М является возможность решать обзорно-разведывательные задачи в круговом режиме на больших дальностях в сложных морских климатических условиях, а также применение системы воздушного охлаждения.

РКТС вертолёта днём и ночью, в простых и сложных метеоусловиях позволяет решать следующие задачи:

- формирование радиолокационного изображения наземной, в том числе заснеженной, надводной подстилающей поверхности в круговом режиме с радиусом обзора до 250 км;
- поиск подвижных и неподвижных наземных и морских объектов;
- одновременное определение без потери обзора сканируемого пространства координат и параметров движения радиоконтрастных объектов количеством до 10;
- обзор воздушного пространства и определение координат и параметров движения до 10 воздушных объектов;
- картографирование земной и морской поверхностей, включая береговую черту и надводные объекты, с высоким разрешением, детальным изображением в заданном угловом секторе, а также определение линейных размеров надводных целей;
- обнаружение метеообразований;
- осуществление управления применением авиационного вооружения и сбрасываемого поискового оборудования;

Рис. 1. БРЛС FNA01Э на вертолёте Ка-27М



¹ Обзоры средств массовой информации «Перископ» от 17.10.2017 г. и 14.01.2018 г. (сайт МО РФ).

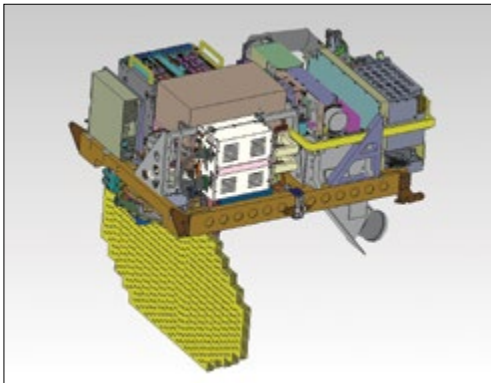


Рис. 2. БРЛС кругового обзора с ЩАР (FHA02Э)

- осуществление информационного обмена с бортовым радиоэлектронным оборудованием.

В настоящее время радиоэлектроника стремительно развивается, а технические характеристики элементов улучшаются. Имеющийся в Корпорации «Фазотрон-НИИР» научно-технический задел по созданию узлов, блоков и БРЛС в целом, а также надлежащая кооперация исполнителей дала возможность проработать новые варианты облика вертолётных БРЛС, аналогичных установленной на вертолёте Ка-27М. Они будут иметь меньшие массогабаритные параметры, повышенную надёжность аппаратуры и позволят внедрить современные принципы построения вычислительных систем, обеспечить замену элементной базы и внедрение новых технологий.

При этом определены три вида архитектуры новых БРЛС «Копьё-А»:

- комплекс кругового обзора с щелевой антенной решёткой FHA02Э (ЩАР);
- комплекс кругового обзора с активной фазированной антенной решёткой (АФАР) FHA03Э в двух модификациях с электронным сканированием пространства – модификация I и механическим – модификация II.

Все они построены по одномодульному принципу размещения на летательном аппарате, схожи по структуре, составу и могут быть установлены на вертолётах и беспилотных летательных аппаратах.

Построение одномодульного радиолокационного комплекса стало возможным после разработки новых блоков и узлов:

- Ц520Ф1 позволяет выполнять функции трёх блоков из состава РКТС типа FHA (процессор данных Ц181Ф4, процессор обработки

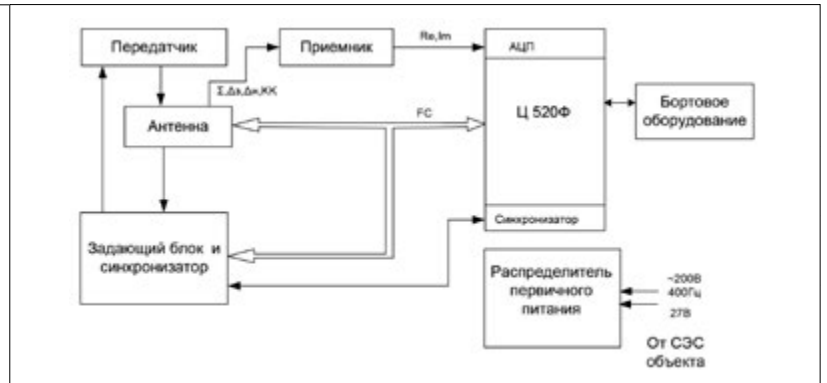


Рис. 3. Структурная схема БРЛС с ЩАР

сигналов Ц501Ф2 и аналого-цифровой преобразователь);

- задающий блок, выполняющий функции задающего генератора и синхронизатора.

При этом технические характеристики блоков и их функциональные возможности выросли. Новый комплекс имеет более широкую полосу приёма, три независимых приёмных канала РЛ-сигналов с увеличенной частотой обработки, больший объём оперативной памяти и быстрое действие вычислителя.

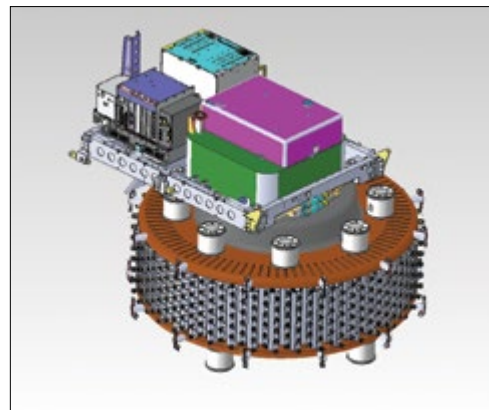


Рис. 4. БРЛС кругового обзора с неподвижной АФАР

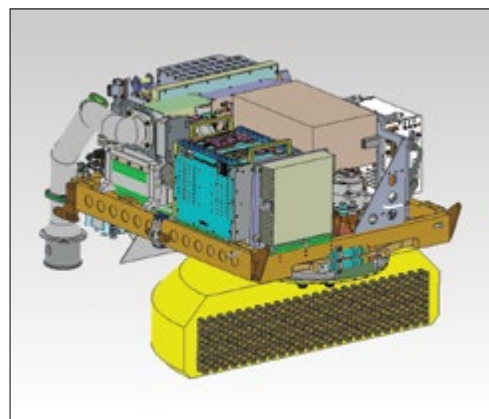


Рис. 5. БРЛС кругового обзора с подвижной АФАР

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БРЛС СЕМЕЙСТВА FHA				
Тактические характеристики	FHA01Э	FHA02Э	FHA03Э	
			Модификация I	Модификация II
Зоны обзора пространства: - по азимуту, град - по углу места, град	0...360 ±15	0...360 ±15	0...360 ±20	0...360 ±20
Режим «воздух-воздух»				
DMAX обнаружения объектов в свободном пространстве при эффективной поверхности рассеяния более 5 м ² , не менее	75 км	75 км	85 км	85 км
Дальность обнаружения метеообразований в стандартной атмосфере, не менее	300 км			
Режим «воздух-поверхность»				
Разрешающая способность в режиме высокого разрешения	1,5 м	1,5 м	1,5 м	1,5 м
Максимальная дальность обнаружения целей типа танк/надводная цель 10 м ²	30/50 км	50/50 км	50/70 км	50/70 км
- железнодорожный мост	-	200 км	250 км	120 км
- ракетный катер	170 км	170 км	170 км	170 км
- эсминец	200 км	200 км	250 км	250 км
Масса, кг	200	140	200	150
Размещение	двухмодульное		одномодульное	
Наработка на отказ, часы	200	300	500	500

В модернизированных БРЛС количество одновременно сопровождаемых целей (наземных и воздушных) без потери обзора пространства увеличивается до 20, разрешающая способность в режиме картографирования достигает 1 м, появляется возможность распознавания типа воздушной цели до класса (турбовинтовые самолёты, истребители, бомбардировщики и тяжёлые транспортные самолёты, БЛА, вертолёты, крылатые ракеты, ракеты «земля-воздух» и «воздух-воздух»).

Каждая из модернизируемых БРЛС имеет свои преимущества.

Изделия	Преимущества
FHA02Э	Небольшая масса Невысокая стоимость Низкое электропотребление Антенное полотно, устойчивое к механическому воздействию
FHA03Э модификация I	Отсутствие механических приводов Высокая надёжность Высокая скорость изменения положения луча
FHA03Э модификация II	Меньшие, по сравнению БРЛС FHA03, электропотребление, масса, стоимость

Разрабатываемые в Корпорации «ФазотронНИИР» унифицированные бортовые радиолокационные станции кругового обзора могут быть адаптированы для применения на различных летательных аппаратах, включая беспилотные, с возможностью решения широкого круга задач: морская и воздушная военная разведка, разведка ледовой обстановки, поисково-спасательные операции, метеоразведка для обеспечения полётов гражданской, боевой и военно-транспортной авиации. ◆

Рис. 6. Пример размещения одномодульной БРЛС на Ка-27



Система обеспечения электромагнитной совместимости. Актуальность возрождения

Основным содержанием мероприятий по электромагнитной совместимости (ЭМС) летательных аппаратов (ЛА) в последней трети прошлого века были выработка и осуществление мер, исключающих вредное влияние излучений бортовых радиопередатчиков радиотехнических систем (РТС) на радиоприёмные устройства. По опыту советского авиастроения, именно из-за проблем ЭМС известны случаи задержки приёма некоторых ЛА на вооружение.

К настоящему времени приоритеты ЭМС изменились. Максимальная напряжённость электромагнитных полей, от которой нужно защищать критические системы (КС) ЛА гражданской авиации, возросла с 2 до 7200 В/м. Частотный диапазон расширился с 1 до 18 ГГц, а вместе с тем пороги восприимчивости цифровых устройств снизились более чем в 10 раз. Статистика неправильной работы и отказов КС ЛА как причин предпосылок к лётным происшествиям показывает, что они возникали вследствие воздействия внутренних и внешних полей излучения на цифровые системы бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО), систем управления самолётов, двигателей, агрегатов и вооружения.

Проблема воздействия электромагнитных полей высокой интенсивности (*High-intensity radiated field* – HIRF) рукотворная. В России разработчики ЛА и КС всерьёз к её решению ещё не приступали. И задача специалистов ЭМС по защите цифровых систем ЛА от воздействия HIRF становится всё более сложной и ответственной.

Обеспечение ЭМС РТС и КС усложняется с внедрением радиопрозрачных композитных материалов (КМ), высокочувствительной слаботочной аппаратуры цифровых систем и сетей.

Уже при проектировании ЛА следует выбирать КМ с учётом требований ЭМС, чтобы исключить замену КМ, внесение изменений в проектную и конструкторскую документацию, переделку планера, приборных отсеков, кабельной разводки линий связи и последующие повторные испытания. Для снятия остроты проблемы достаточно экранирования приборных отсеков, жгутов бортовой кабельной сети, корпусов КС, на уровне 20-30 дБ. Эта задача посильна, если начинать её решать на ранних этапах проектирования изделий.

В США и в Европе понимание этой проблемы пришло в 80-е годы прошлого столетия. В 1990 году Комитет по стандартизации США (SAE Committee) выпустил таблицы электромагнитных сред трасс полёта, а радиотехническая комиссия США по авиации (RTCA) издала документ DO-160C с увеличенными в 100 раз нормами восприимчивости КС.

В России проблему HIRF обозначил Авиационный регистр Межгосударственного авиационного комитета (МАК) в 2001 году, установив нормы восприимчивости самолётных КС на уровне зарубежных требований. В 2005 году МАК выпустил Квалификационные требования КТ-160D. Разработчики самолётов и вертолётов озаботились этой проблемой, но практических шагов не последовало. Поэтому и сегодня эффективность экранирования отсеков ЛА, жгутов БКС и корпусов КС не контролируется.

Опасность воздействия полей излучения на КС требует принятия неотложных мер. Необходимо восстановить научное направление ЭМС отрасли. На предприятиях, разрабатывающих ЛА и КС, создать подразделения ЭМС, несмотря на трудности финансирования и на то, что

ЮРИЙ ФАВОРОВ,
начальник лаборатории электромагнитной совместимости АО «НИИАО», эксперт-аудитор авиационного регистра МАК, кандидат технических наук

современные вузы не готовят соответствующих специалистов.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭМС

Основные организационно-технические положения по обеспечению ЭМС и защите систем от внутренних и внешних излучений, которые следует выполнять по этапам создания и эксплуатации во всём жизненном цикле авиационной техники, в основном можно определить следующим образом:

1. Создать подразделения, стендовую базу, специализированные по тематике ЭМС с целью организации единого процесса решения вопросов ЭМС, непрерывного контроля и оценки параметров, подготовки и внесения корректирующих решений и действий в конструкторских бюро по разработке ЛА, силовых установок, БРЭО, агрегатов и других КС. Их сотрудники должны быть научены применению расчётно-аналитических методов, выполнению измерений на аналогах, макетах и проведению моделирования. Такие подразделения станут центрами по устранению угроз безопасности ЛА от HIRF.

Ряд рациональных мероприятий по обеспечению ЭМС стоит заимствовать из опыта Министерства авиационной промышленности СССР: образовать головную лабораторию ЭМС, подобную той, которая существовала в НИИАО, лаборатории ЭМС в КБ и на предприятиях самолёто-, двигателестроения, радиоэлектроники, бортового оборудования и обеспечить их подготовленными специалистами и единой нормативной документацией.

2. Опираясь на систему подразделений ЭМС в конструкторских бюро, сформировать службу ЭМС для всей авиационной отрасли, способную планировать и координировать деятельность по указанным вопросам, в том числе с международными организациями, разрабатывать и контролировать выполнение единых стандартов и нормативных требований. Для научно-технического и инженерного сопровождения мероприятий по обеспечению ЭМС и защите КС необходимы соответствующие лаборатории в отраслевых институтах.

3. Сформировать систему технических требований и нормативов по ЭМС на проектиру-

емые ЛА, начиная с разработки технических заданий. Требования и нормативы должны включать условия и порядок передачи части работ по замеру излучений, наводок коммерческим специализированным лабораториям, обладающим соответствующими лицензиями, персоналом и оборудованием.

4. В ходе эскизного и технического проектирования накапливать и анализировать данные об обеспечении ЭМС РТС и защиты КС от излучений, полученные методами математического и полунатурного моделирования и обеспеченные точными, экспериментально подтверждёнными обоснованиями.

5. Осуществлять и представлять оценку каждого проектного, конструкторского и технологического решения в соответствии с требованиями и нормативами ЭМС в ходе каждого этапа разработки.

6. Нормативно исключить перенос работ по обеспечению и оценке ЭМС на период испытаний. На опытном образце невозможно выполнить полный объём измерений при соблюдении всех требований и условий. Корректирующие компоновочные и другие конструкторские изменения будут адаптированными к существующей конструкции, неоптимальными и потребуют чрезмерных усилий, затрат средств. Эксплуатацию ЛА будут сопровождать повторяющиеся факты неблагоприятного воздействия излучений.

7. Ввести регламент, повышающий технический уровень проработки вопросов ЭМС при проектировании ЛА, чтобы обеспечивались выработка соответствующих оптимальных конструкторских решений и эффективное использование выделенных средств, сил и времени. С этой же целью организовать целенаправленную дополнительную подготовку ведущих специалистов конструкторских бюро, разрабатывающих ЛА, силовые установки, БРЭО, агрегаты, другие КС. С начала 90-х годов XX века систематические работы по проблемам ЭМС в авиации не ведутся, утрачено подавляющее большинство специалистов ЭМС.

8. В планы на каждый этап выполнения ОКР включить раздел «Мероприятия по обеспечению ЭМС и защите КС» с необходимым расчётами трудозатрат, требуемых ресурсов, времени и

указанием видов работ, передаваемых исполнителям.

Привлечение по коммерческим договорам сторонних лицензированных организаций, обладающих квалифицированными специалистами, эффективным измерительным и моделирующим оборудованием для выполнения измерений, сегодня рассматривается как один из способов повышения качества и эффективности проектирования и производства, существенного снижения затрат и сокращения времени. При этом предприятия авиа- и радиостроения освободятся от необходимости значительных капитальных затрат на создание собственных сооружений, камер, стендов, которым сложно обеспечить полную загрузку.

Вместе с тем следует понимать, что коммерческие лаборатории, работающие на рынке услуг по испытаниям БО, в различной мере оснащены необходимыми приборами, испытательным оборудованием или имеют недостаточные возможности по их использованию. Кроме того, они не всегда располагают достаточно квалифицированным персоналом для решения поставленных задач. Главное отличие подразделений ЭМС разработчиков ЛА и КС от коммерческих лабораторий заключается в том, что целью первых является решение задач обеспечения ЭМС БО на ЛА, а вторых – получение максимальной прибыли. Поэтому на подразделения ЭМС предстоит возлагать контроль достоверности измерений и оценок, анализ качества отчетных документов, разрабатываемых рекомендаций, представляемых привлеченными сторонними организациями, и выявление причин возможных нарушений.

Возрождению подразделений ЭМС в отрасли препятствует миф о чрезмерно высокой стоимости стендовой базы ЭМС, культивируемый коммерсантами на рынке измерительных приборов и испытательного оборудования. Пользуясь отсутствием в отрасли специалистов по ЭМС, они предлагают дорогую, часто ненужную технику, не обладающую необходимыми параметрами. В действительности, создавать стенды можно с затратами, не превышающими значения, представленные далее в таблице 1.

Обеспечение устойчивости функционирования КС – задача комплексная. Её должны решать

разработчики ЛА в части, касающейся экранирования приборных отсеков и жгутов БКС, и разработчики КС – в части обеспечения выполнения требований квалификационного базиса. Разработчики ЛА должны создать приемлемую электромагнитную обстановку в приборных отсеках, а разработчики КС обеспечить работоспособность цифровых систем в ожидаемых условиях эксплуатации. Поэтому важной функцией головной лаборатории ЭМС радиоэлектронной отрасли явится координация работ по ЭМС между разработчиками ЛА и КС.

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТЕНДА ЭМС С ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

Фактором устойчивой работы КС при воздействии HIRF является соблюдение параметров ЭМС ЛА (эффективность экранирования приборных отсеков, бортовой кабельной сети) и параметров ЭМС КС, заданных в квалификационном базисе. Это обеспечивается эффективным экранированием корпусов и высоким порогом восприимчивости печатных плат КС. Условия и рекомендации по заданию требований к параметрам ЭМС КС изложены в моей статье, опубликованной в журнале «Радиоэлектронные технологии» № 3 за 2018 год.

Параметры ЭМС КС, заданные в квалификационном базисе, и дополнительные параметры находятся в сфере ответственности предприятий отрасли и АО «КРЭТ». Исходя из этого, детально рассмотрим облик стендовой базы подразделения ЭМС разработчика КС ЛА гражданской авиации. Её квалификационный базис ЭМС содержит требования КТ-160G/14G разделы 15; 18; 19; 20 и 25. Это 12 параметров ЭМС. Из них четыре характеризуют эмиссию помех (разделы 15 и 21), восемь – восприимчивость КС к помехам (разделы 18; 19; 20 и 25).

Самый простой, но и самый дорогой способ контроля реализуется с помощью стендовой базы, позволяющей измерять все 12 параметров. Такой стенд ЭМС обойдется разработчику КС более чем в 75 млн рублей (сумма неподъемная для подавляющего большинства предприятий). Чтобы обойтись меньшими затратами, но сохранить функциональность стенда, предлагается на этапах проектирования, разработки и испытаний обеспечивать контроль состояния

ЭМС изделий с использованием только наиболее информативных параметров ЭМС. Из процедур проверок можно исключить параметры, которые никогда ранее (или очень редко) не выходили за норму в ходе квалификационных испытаний. По опыту НИИАО при проектировании КС за исключением раздела 19.3.5 (воздействие импульсов переходных процессов) можно не контролировать следующие разделы КТ-160G/14G: 15 (магнитное воздействие), 18 (воздействие помех звуковых частот), 19 (воздействие помех индукции).

Испытания более чем сотни КС, проведённые в лаборатории ЭМС АО «НИИАО», показали, что наиболее часто (более 50% образцов) нарушались нормы по восприимчивости к полям излучения и эмиссии помех (соответственно разделы 20 и 21 КТ-160G/14G). Их характеризуют шесть параметров ЭМС, требования к которым изложены в разделах 20, 21 и 25. Но такая оптимизация мало снизит стоимость стендовой базы, которая на 80% обусловлена ценами испытательных установок по восприимчивости к полям излучения. Исследования показали, что задача решается при измерении параметров эмиссии помех КС по 21-му разделу КТ-160G/14G с учётом их связи с параметрами восприимчивости.

Взаимосвязь параметров КС по генерации и восприимчивости подтверждают данные о двунаправленном характере каналов переноса помех из КС в свободное пространство и обратно. Коэффициент переноса помех в обоих направлениях одинаковый. Определив его при измерении эмиссии поля излучения, смо-

жем прогнозировать восприимчивость системы к полю излучения. Эмпирически установлена взаимосвязь верхних границ эмиссии собственных помех из КС с верхней граничной частотой восприимчивости к внешним помехам. Это соотношение позволяет оценить верхнюю границу диапазона частот, в котором требуется контролировать экранирование корпуса КС для защиты от HIRF. Взаимосвязь параметров ЭМС проявляется в совпадении частот максимальной генерации и восприимчивости КС к помехам проводимости и излучения. Как правило, на этих частотах имеются паразитные резонансы жгутов БКС (ниже 400 МГц) или корпусов КС (выше 400 МГц).

Таким образом можно заменить дорогостоящие и трудоёмкие методы контроля над параметрами восприимчивости КС менее затратными и более простыми методами измерения эмиссии помех.

Позволит ли контроль над эмиссией помех КС обеспечить контроль согласно разделу 19.3.5 по воздействию импульсов переходных процессов на линии связи и раздела 25 по воздействию импульсов статического электричества?

В статистических данных испытаний более 50 КС различного назначения по HIRF, выполненных в испытательной лаборатории ЭМС АО «НИИАО», не зафиксировано ни одного случая несоответствия системы требованиям раздела 19.3.5 КТ-160G/14G, если в ней выполнялись требования по HIRF. Это закономерно, поскольку защита КС от воздействия импульсов переходных процессов на линии связи и за-

Рис. 1. Стенд оптимального состава для контроля параметров ЭМС, измерения эффективности экранирования жгутов БКС и корпусов КС



<p>щита от помех проводимости по разделу 20.4 КТ-160G/14G обеспечивается экранированием жгутов БКС. Обеспечивая рекомендуемую величину эффективности экранирования жгутов, мы создаём необходимые условия для соответствия КС требованиям КТ-160G/14G по разделам 19.3.5 и 20.4. Наш опыт проведения испытаний по воздействию статического электричества показал, что КС, соответствующие 20-му разделу, не имели нарушений требований и 25-го раздела КТ-160G/14G.</p> <p>Эти сведения позволяют на этапах проектирования контролировать главным образом эмиссию помех, эффективность экранирования жгутов БКС и корпусов КС.</p> <p>Нормы и методы контроля эмиссии помех изложены в 21-м разделе КТ-160G/14G. Необходимо измерить ток помех в проводах цепей питания и линий связи на частотах от 0,15 до 152 МГц, а также напряжённость поля излучения на частотах от 100 до 6000 МГц.</p> <p>Рассмотрим необходимый перечень измерительных приборов и испытательного оборудования для измерения эмиссии помех КС в безэховой экранированной камере (БЭК) с размерами не менее 4200x3000x2500 мм или в прямоугольной реверберационной камере (РК) с размерами не менее 6200x3920x3730 мм (стоимость БЭК – от 150 тысяч, а РК – от 250 тысяч евро).</p> <p>Требуется следующие средства измерений (с ценами импортных приборов):</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализатор спектра на частоты 9 кГц – 6 ГГц, от 15 000 евро; • комплект антенн: биконическая, логоперидическая и рупорная на частоты 30-300; 300-1000 и 1000-6000 МГц (соответственно, от 10 000 евро); • Датчик тока на диапазон частот 0,15-152 МГц (2000 евро); • Эквивалент сети (2000 евро). <p>Создание стендовой базы на основе безэховой или реверберационной камеры потребует от разработчика КС затрат в сумме, эквивалентных 300 тыс. евро. БЭК – это самый дорогой инструмент.</p> <p>Можно ли проводить измерения без неё? Опыт лаборатории ЭМС АО «НИИАО» даёт положительный ответ. Функции БЭК может выполнить</p>	<p>Стенды контроля параметров ЭМС КС на предприятиях-разработчиках КС</p> <p>Затраты</p>		
	1.	Стандартная конфигурация стенда на базе БЭК по КТ-160G/14G разделы 15; 18; 19; 20; 21 и 25.	75...220 млн рублей
	2.	Оптимизированная конфигурация стенда на базе БЭК по методикам КТ-160G/14G раздел 21.	около 22 млн рублей
3.	Оптимальная конфигурация стенда, на основе измерений эмиссии помех в камере РТЕМ-900 по методикам раздела 21 КТ-160G/14G.	2,2 млн рублей	

реверберационная камера типа РТЕМ-900. Её эскиз приведён в ГОСТ РВ 6601-001-2008. Камера предназначена для создания мощных полей в диапазоне частот от 10 кГц до 18 ГГц. Наряду с этим она обладает свойствами экранированного помещения и способна заменить измерительные антенны на частотах от 9 кГц до 1000 МГц. Рупорная антенна на диапазон частот 1-18 ГГц, размещённая в камере, расширяет зону контроля эмиссии поля до 18 ГГц. Простая конструкция камеры позволяет изготовить её самостоятельно любому предприятию отрасли, затратив средств в эквиваленте не более 3000 евро. С помощью РТЕМ-900 дополнительно можно измерять эффективность экранирования корпусов КС и жгутов БКС. Малый вес камеры и небольшие размеры (3x1,1x1,2 м) не создают трудностей по её размещению. По критерию эффективность/цена – это лучшая испытательная камера ЭМС.

Таблица 1

Приведённая выше таблица 1 ориентировочных затрат поможет разработчикам КС выбрать доступный вариант стендовой базы для контроля параметров ЭМС. В ней показано, что для объективного контроля параметров ЭМС КС в процессе разработки и испытаний предприятиям достаточно иметь стенд стоимостью, эквивалентной 30 тысяч евро. Измерительные приборы, необходимые для него, представлены на рисунке 1.

В заключение подчеркну, что целью возрождения подразделений ЭМС на предприятиях, разрабатывающих ЛА и КС, является формирование требований к параметрам ЭМС КС, контроль их соблюдения в процессе проектирования и испытаний, выработка корректирующих действий для обеспечения соответствия нормативной документации. Необходимы реальные шаги для возрождения подразделений ЭМС на предприятиях отрасли, для обеспечения их специалистами, стендовой базой с оптимальным составом и характеристиками. ◆

Панорама событий

КОРАБЛИ И ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ ВООРУЖАТ ГИПЕРЗВУКОВЫМИ РАКЕТАМИ «ЦИРКОН»

Модернизируемые для Тихоокеанского флота большой противолодочный корабль проекта 1155 «Маршал Шапошников» и многоцелевая атомная подводная лодка проекта 949А «Иркутск», передача которой флоту планируется в 2022 году, смогут применять новейшие гиперзвуковые ракеты «Циркон», заявил замминистра обороны России Алексей Криворучко.

«В 2020 году мы должны получить модернизированный корабль «Маршал Шапошников». Уверен, что руководство (Центра судоремонта «Дальзавод») должным образом отнесётся к выполнению поставленной задачи и сроки сдачи корабля смещаться не будут. Универсальные пусковые установки, которые получит этот корабль, позволят ему в перспективе применять новейшие гиперзвуковые ракеты «Циркон», – сказал Криворучко журналистам по итогам посещения предприятий Дальневосточного судостроительного кластера.

20 февраля 2019 года в послании Федеральному Собранию Владимир Путин заявил, что в России ведётся успешная работа над гиперзвуковым оружием – морской ракетой «Циркон». Президент РФ тогда заявил, что «Циркон» будет способен поражать наземные и надводные цели на дальности свыше 1 тыс. километров со скоростью около 9 Махов.

Большой
противолодочный
корабль «Маршал
Шапошников»



Ранее Президент России Владимир Путин сообщил, что новая российская гиперзвуковая морская ракета «Циркон» будет принята на вооружение. «Циркон» обязательно будет», – заявил Президент РФ в Калининграде во время посещения корвета «Гремящий» и судостроительного завода «Янтарь».

Современные российские корабли оснащают вертикальной пусковой установкой УКСК 3С14. Установка унифицирована для запуска нескольких типов ракет «Калибр», а также ракет «Оникс», «БраМос» и «Циркон».

По имеющимся данным, гиперзвуковая ракета «Циркон» разработана в реутовском «НПО машиностроения» (входит в корпорацию «Тактическое ракетное вооружение»). Предназначена для вооружения многоцелевых атомных подводных лодок «Ясень-М» и «Хаски», а также надводных кораблей.

Глава ОСК Алексей Рахманов заявил в апреле «Интерфаксу», что «Циркон» может получить также после модернизации тяжёлый атомный ракетный крейсер «Адмирал Нахимов». Гиперзвуковое оружие будет установлено на двух новых российских фрегатах «Адмирал Амелько» и «Адмирал Чичагов».

ИА «Интерфакс», 8 ноября 2019 г.

ПЕРВЫЙ СОВМЕСТНЫЙ ПОЛЁТ «ОХОТНИКА» С САМОЛЁТОМ СУ-57

«Беспилотный летательный аппарат «Охотник» совершил первый совместный полёт с истребителем 5-го поколения Су-57», – рассказали журналистам в Министерстве обороны. Полёт проходил в автоматизированном режиме в полной конфигурации с выходом в зону дежурства.

В военном ведомстве пояснили, что во время мероприятия было отработано взаимодействие между беспилотником и Су-57 «по расширению радиолокационного поля истребителя и целеуказанию для применения авиационных средств поражения». Как уточнили в Минобороны, полёт продолжался более 30 минут.



Перспективный тяжёлый беспилотный летательный аппарат «Охотник»

Ранее в аппарате вице-премьера РФ Юрия Борисова сообщили, что серийные поставки в войска тяжёлого беспилотного летательного аппарата «Охотника» начнутся в 2025 году. Испытания «Охотника» в ударном варианте с различным вооружением пройдут в 2023–2024 годах, уточнили в аппарате.

«Охотник» выполнен по схеме «летающее крыло» с применением специальных материалов и покрытий, которые делают его практически незаметным для радиолокационных средств обнаружения. Беспилотник оснащён аппаратурой для оптико-электронной, радиотехнической и других видов разведки.

ТАСС, 27 сентября 2019 г.

СПУЩЕН НА ВОДУ ГОЛОВНОЙ КОРАБЛЬ ПРОЕКТА 23550 «ИВАН ПАПАНИН»

«Адмиралтейские верфи» в Санкт-Петербурге спустили на воду головной патрульный корабль ледового класса «Иван Папанин» проекта 23550.

По словам главного советника президента АО «Объединённая судостроительная корпорация» по военному кораблестроению адмирала флота Виктора Чиркова, впервые в истории России появился такой уникальный боевой корабль ледового класса. «Мы хотели его создать таким, чтобы он обеспечил безопасность плавания и проводки кораблей. Чтобы на этом корабле одновременно можно было проводить научные исследования во льдах Арктики и, конечно, чтобы он надёжно обеспечил безопасность наших национальных интересов там, и вот он получил ся», – сказал Чирков.

Судно способно выполнять задачи буксира, патрульного корабля и ледокола. Корабль пред-

назначен для охраны и мониторинга водных ресурсов в сложной ледовой обстановке, конвоирования и буксировки в порт задержанных судов, сопровождения и поддержки судов обеспечения, участия в спасательных операциях, перевозки специальных грузов.

Водоизмещение корабля около 8500 тонн, длина свыше 100 м, ширина около 20 м, автономность плавания около 60 суток.

Корабль будет вооружён переносным зенитно-ракетным комплексом и артиллерийской установкой, на нём предусмотрена возможность постоянного базирования корабельного вертолёта.

Второй корабль проекта 23550 и первый серийный «Николай Зубов» будет заложен до конца текущего года, сообщил главнокомандующий ВМФ России адмирал Николай Евменов в поздравлении «Адмиралтейским верфям» по случаю 315-летия основания предприятия.

По сообщениям ТАСС 25 октября и Интерфакс 5 ноября 2019 г.

Спуск на воду головного патрульного корабля ледового класса «Иван Папанин»



Когнитивный радиолокационный комплекс «Резонанс-Н», развёрнутый на позиции в Арктике



РОССИЯ УСТАНОВИЛА НА НОВОЙ ЗЕМЛЕ РАДАР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ГИПЕРЗВУКОВЫХ И СТЕЛС-ЦЕЛЕЙ

Третий в российской Арктике радар «Резонанс-Н», способный обнаруживать воздушные объекты, изготовленные по технологии стелс, крылатые ракеты, баллистические и гиперзвуковые цели, заступит на боевое дежурство на архипелаге Новая Земля в ноябре 2019 года. Об этом ТАСС сообщил генеральный директор Научно-исследовательского центра «Резонанс» Иван Назаренко.

По его словам, к сегодняшнему дню российские военные получили четыре станции «Резонанс-Н», пятая находится в стадии завершения изготовления. Две станции уже выполняют задачи боевого дежурства. «Задача всех РЛС – прикрытие северного направления в Арктике», – сказал Назаренко.

«Метровый диапазон волн станции позволяет обнаруживать летательные аппараты, выполненные по стелс-технологиям, и гиперзвуковые цели, летящие со скоростью до 20 Махов, поскольку при его использовании наблюдается резонансное увеличение эффективной отражающей поверхности летательных аппаратов», – отметил гендиректор.

РЛС способна обнаруживать и выдавать целеуказания по аэродинамическим воздушным целям на дальности 600 км, по баллистическим целям – до 1200 км, по высоте – до 100 км. Первая РЛС «Резонанс-Н» была поставлена на боевое дежурство в России пять лет назад.

ТАСС, 24 октября 2019 г.

РОСТЕХ ЛОКАЛИЗУЕТ ПРОИЗВОДСТВО В РОССИИ ЦИФРОВЫХ СТАНКОВ

Госкорпорация «Ростех» в 2020 году начнёт выпуск первых в России пятиосевых токарно-

фрезерных цифровых обрабатывающих центров. Станки ТМХ-4000 с ЧПУ по технологии японской компании Takisawa будет производить Ковровский электромеханический завод (КЭМЗ) холдинга «Высокоточные комплексы». Продукция будет поставляться заказчикам в России и странах Таможенного союза.

КЭМЗ и Takisawa подписали контракт о совместном производстве, предполагающем сборку шести обрабатывающих центров в Коврове к концу 2021 года. Первый станок будет собран уже в апреле 2020 года и представлен на выставке «Металлообработка-2020».

«Переход на цифровое оборудование нового поколения позволяет существенно нарастить объёмы высокотехнологичной гражданской продукции. Мы начинаем производить на КЭМЗ пятиосевые токарно-фрезерные обрабатывающие центры, аналоги которых до этого не выпускались в России. Один такой центр способен заменить несколько трёхкоординатных станков и в разы сократить производственный цикл. Модель уже заинтересовала потенциальных покупателей – это производственные предприятия Ростеха, а также компании судостроительной и нефтеперерабатывающей отраслей», – сказал исполнительный директор Госкорпорации «Ростех» Олег Евтушенко.



Уникальная промышленная машина оборудована системой, способной производить одновременную интерполяцию по пяти координатам. Она позволяет за одну установку без переналадки изготавливать сложные детали, в том числе комплектующие для самолётных двигателей, гидравлических узлов и атомных реакторов, с точностью обработки 5 микрон. На сегодняшний день во всём мире станки такого типа выпускают лишь семь предприятий.

«Станок ТМХ-4000 – представитель нового поколения многофункциональных обрабатывающих центров компании Takisawa, аккумулирующий её почти 100-летний опыт в области станкостроения. Он позволяет осуществить комплексную автоматизацию производства за счёт использования различных систем и устройств, включая автоматическую смену до 120 видов инструментов, автоматизированный датчик их контроля. Конструкция станка предусматривает снижение воздействия на окружающую среду и способствует энергосбережению», – прокомментировал старший советник президента компании Takisawa Шухэй Ошима.

Takisawa и КЭМЗ сотрудничают с 2013 года. Предприятия совместно выпускают шесть моделей и более 30 модификаций станков, прошедших этапы локализации.

Госкорпорация «Ростех», 8 ноября 2019 г.

КОНСТРУКТОРСКИЕ БЮРО МИЛЯ И КАМОВА БУДУТ ОБЪЕДИНЕНЫ

Совет директоров холдинга «Вертолётты России» (входит в Госкорпорацию «Ростех») принял решение об объединении АО «Московский вертолётный завод имени М.Л. Миля» с АО «Камов» и создании на их основе АО «Национальный центр вертолётостроения имени М.Л. Миля и Н.И. Камова». НЦВ объединит в себе потенциал двух вертолётостроительных школ для более эффективного и качественного решения задач по проектированию и модернизации вертолётной техники.

Объединение направлено на развитие двух опытно-конструкторских школ – ОКБ Миля и ОКБ Камова, при этом их бренды будут сохранены как самостоятельные, а коллективы обоих КБ вольются в состав НЦВ. Создание Национального центра вертолётостроения

также поможет снять административные, правовые и экономические барьеры, затрудняющие сейчас сотрудничество двух конструкторских коллективов.

Работа в формате единой компании позволит оптимизировать работу целого ряда обеспечительных и административных подразделений. Такой подход создаст условия для беспрепятственного обмена техническими решениями и достижениями, эффективного распределения загрузки между подразделениями и унификации технических стандартов. Среди ожидаемых эффектов – снижение трудозатрат, повышение управленческой и производственной эффективности, повышение качества проектирования и сокращение сроков передачи вертолётов в серийное производство.

«По нашим подсчётам, распределение задач между двумя КБ, а также серийными и авиаремонтными заводами холдинга позволит высвободить суммарно около 15–20% годовой мощности двух КБ, которую можно будет направить на создание технического задела и разработку новой техники», – отметил заместитель генерального директора «Вертолётты России» по научно-технической политике и разработке вертолётной техники Михаил Короткевич.

Экономический эффект от объединения КБ планируется достичь также за счёт оптимизации использования общей наземной инфраструктуры и сокращения расходов на выполнение однотипных испытаний.

Первый этап, предполагающий объединение двух КБ в единую компанию, планируется завершить к середине 2020 года. Дальнейшие интеграционные процессы, связанные с оптимизацией деятельности двух конструкторских бюро в формате одной компании, продлятся до 2022 года.

*Из пресс-релиза АО «Вертолётты России»,
11 октября 2019 г.*

РОСТЕХ ПОСТАВИТ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МС-21

АО «КРЭТ» (в составе Госкорпорации «Ростех») создало для семейства самолётов МС-21 цифровой информационно-вычислительный комплекс (ИВК) системы управления.



Архитектура системы построена с учётом вновь введённых квалификационных требований по созданию сложных высокоинтегрированных систем, гармонизированных с международными руководящими документами.

Аппаратная часть вычислительной системы, состоящей из двух вычислительных блоков, является четырёхкратно резервированной с применением в каждом канале электронной компонентной базы разных разработчиков и изготовителей и организована по принципу «двух контролируемых триад».

Режимы штурвального управления предусматривают контролируемую реконфигурацию при локальных отказах с возможностью перехода на резервный режим, также допускающий поканальную реконфигурацию для сохранения целостности функции управления.

«Технические решения, разработанные предприятиями АО «КРЭТ» для самолётов МС-21, уже доказывают свою эффективность, – отметил генеральный директор АО «КРЭТ» Николай Колесов. – Лайнер принимал активное участие в лётной программе Московского авиационно-космического салона МАКС-2019, успешно совершил перелёт в Турцию для участия в фестивале авиации, космоса и технологий TEKNOFEST-2019».

Разведывательный БЛА
«Альтиус-У»



Новинкой для российского авиастроения также явилась установка в ИВК МС-21 дистанционного управления приводами по цифровому каналу обмена и обеспечение наивысшего уровня безопасности программного обеспечения. Электронный блок управления в данных приводах устанавливается непосредственно на привод либо рядом с ним. Связь электронного блока управления привода с вычислительной платформой ИВК осуществляется по цифровым каналам. Высокая частота информационного обмена даёт возможность полного контроля работоспособности исполнительной части системы управления.

АО «КРЭТ», 18 сентября 2019 г.

РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫЙ БЕСПИЛОТНИК «АЛЬТИУС-У» ОТПРАВЛЕН В ПЕРВЫЙ ПОЛЁТ

Новейший российский разведывательный беспилотник «Альтиус-У» массой 6 тонн совершил первый полёт. Об этом говорится в сообщении Минобороны РФ.

«Полёт проходил в течение 32 минут на высоте до 800 м в полностью автоматическом режиме на одном из испытательных аэродромов. Все системы комплекса отработали штатно», – отмечается в сообщении.

Видео первого полёта ведомство опубликовало на своём YouTube-канале. В частности, на нём видно, как турбовинтовой «Альтиус» разгоняется по полосе военного аэродрома и совершает взлёт. Затем демонстрируется, как беспилотник выполняет манёвры в воздухе с неубранным шасси и совершает посадку.

В Минобороны отметили, что «Альтиус-У» – окончательный облик аппарата по итогам отработки ряда прототипов. «Комплекс способен выполнять весь спектр разведывательных задач с применением оптических, радиотехнических и радиолокационных средств и находиться в воздухе более суток. Масса аппарата составляет около 6 тонн», – сказали в ведомстве.

В министерстве также сообщили, что «Альтиус-У» имеет спутниковый канал управления, это «делает радиус его применения практически неограниченным».

ТАСС, 20 августа 2019 г.



Двумерные координатно-чувствительные фотоприёмники

Создание эффективных методов и средств измерения координат, углов поворота, геометрических размеров и положения различных динамических и статических объектов является одной из актуальных задач современной оптоэлектроники. В качестве функциональной основной части измерительных устройств могут быть применены датчики и преобразователи на базе аналоговых координатно(позиционно)-чувствительных фотоприёмников (КПЧФ).

В датчиках аналоговых КПЧФ наиболее интересны полупроводниковые $p-n$ -переходы с протяжённой фоточувствительной поверхностью, в которых создаётся продольная фотоэлектродвижущая сила (фото-ЭДС) между разными точками области $p-n$ -перехода одного типа проводимости. Условием её возникновения являются различия в интенсивности локальной засветки данных точек на поверхности фотоприёмника. Снять напряжение между разными точками области $p-n$ -перехода позволяют контакты, располагаемые по краям фоточувствительной области с низкой проводимостью, которые образуют выход фотоприёмника с продольной фото-ЭДС.

Существуют одномерные (с двумя контактами) и двумерные (с четырьмя симметрично расположенными контактами) КПЧФ, основанные на продольном фотоэффекте.

Известно, что в случае локального освещения области $p-n$ -перехода световым зондом возникают разности потенциалов в двух направлениях:

- между n - и p -областями перехода, называемые *поперечной* фото-ЭДС;
- в продольном направлении, параллельном плоскости $p-n$ -перехода, которая названа *продольным* фотоэффектом.

Возникновение разности потенциалов при продольном фотоэффекте обусловлено следующими тремя процессами:

- эффектами генерации и разделения носителей заряда в области светового зонда;
- растеканием носителей в квазинейтральных областях перехода за счёт диффузии от области интенсивной генерации в направлениях, параллельных плоскости $p-n$ -перехода;
- последующей реинжекцией носителей через переход в областях, расположенных слева и справа от светового зонда по всей поверхности перехода.

Приборы, основанные на продольном фотоэффекте, относительно просты в изготовлении, обладают высокой чувствительностью, разрешающей способностью и малой инерционностью. Для их функционирования не требуются дополнительные источники питания, так как выходным сигналом таких КПЧФ является фото-ЭДС, снимаемая на соответствующих контактах в зависимости от координаты светового луча на поверхности фотоприёмника.

Важнейшие требования к применяемым КПЧФ – обеспечение линейности, симметричности и большой крутизны координатных характеристик.

Для достижения этих свойств используются материалы из химически и структурно различных веществ, например, два монокристаллических или два аморфных полупроводника. Возникающий в месте их контакта гетеропереход может быть однотипным (изотипным) или разнотипным (анизотипным). Идеальным считается гетеропереход в контакте двух монокристаллов, если кристаллическая решётка одного вещества продолжает решётку другого материала без нарушения периодичности. Оба типа гетероперехода могут обладать *выпрямляющим эффектом* – *выпрямляющий переход* или не обладать – *омический переход*. В целях использования в качестве фотодиода интерес представляют пары полупроводников с анизотипным гетеропереходом.

СТЕПАН ПЕТРОСЯН,
заведующий лабораторией полупроводниковой наноэлектроники Института радиофизики и электроники Национальной Академии наук (НАН) Республики Армении, профессор Российско-Армянского университета, член-корреспондент НАН Республики Армении, доктор физико-математических наук

АРЦРУНИ МАРГАРЯН,
младший научный сотрудник Института радиофизики и электроники НАН Армении, кандидат физико-математических наук

ЛЕНРИК МАТЕВОСЯН,
научный сотрудник Института радиофизики и электроники НАН Армении

КАРАПЕТ АВДЖЯН,
старший научный сотрудник Института радиофизики и электроники НАН Армении, кандидат физико-математических наук

Областью генерации неравновесных носителей заряда, процессами их разделения и растекания в гетеропереходе можно управлять, чтобы придавать ей требуемые характеристики. Для этого необходимо осуществлять выбор материалов *n*- и *p*-областей и нужной зонной диаграммы. В этом отношении особое внимание уделяется структурам, в которых формируются гетеропереходы с инверсионным слоем у границы полупроводника. Инверсионный слой изолирован от его основного объёма обеднённым (запирающим) слоем. Знак носителей заряда в инверсионном слое противоположен знаку его основных носителей. Большое продольное сопротивление инверсионного слоя обеспечивает высокую чувствительность величины продольной фото-ЭДС относительно перемещения пятна светового зонда. Примерами служат гетеропереходы SnS/Si (сульфид олова/кремний), GaP/Si (фосфид галлия/кремний), MoS₂/GaAs (дисульфид молибдена/арсенид галлия), обладающие чувствительностью в видимой и ближней инфракрасных (ИК) областях.

Наличие инверсионного слоя вблизи границы раздела указанных выше гетеропереходов обеспечивает не только очень высокую координатную чувствительность порядка 416 мВ/мм, но и ультракороткие времена релаксации порядка 100 нс.

Для многих применений интересны КПЧФ, функционирующие в среднем ИК-диапазоне, например, в области атмосферного окна прозрачности 3...5 мкм. Примером такого фотоприёмника является близкий к идеальному гетеропереход *p*-InSb/*n*-CdTe, вблизи границы раздела

которого в *p*-InSb (антимонид индия) возникает узкий инверсионный слой *n*-типа проводимости. Концентрация электронов в инверсионном слое зависит от уровня легирования *n*-CdTe (теллурид кадмия). Обычно концентрация доноров в нём не более $5 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$, а концентрация двумерных электронов – не больше 10^{10} см^{-2} . Образованный таким образом инверсионный слой обладает небольшой проводимостью. Кроме того, важно то, что для регулирования параметров фотоприёмника концентрацией носителей в инверсионном слое также можно управлять с помощью внешнего электрического поля.

Именно растекание электронов в этом высокоомном слое в продольном направлении и является основной причиной возникновения большой фото-ЭДС в таком ИК-фотоприёмнике.

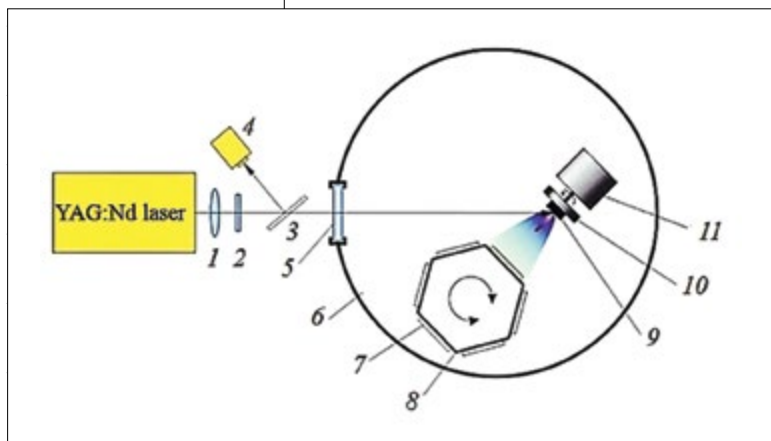
В данной статье авторы представляют предварительные результаты исследования КПЧФ на основе гетероперехода (*p*)InSb–(*n*)CdTe.

Гетероструктура (*p*)InSb–(*n*)CdTe изготовлена методом лазерно-импульсного осаждения, обеспечившего эпитаксиальный рост плёнок CdTe на пластинах InSb при достаточно низких температурах подложки ($T = 200...225^\circ\text{C}$). В качестве подложки применены полированные, высокоомные пластины (*p*)-InSb с толщиной 450 мкм и концентрацией акцепторов $N_A = 4.17 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$.

Устройство лазерно-импульсного осаждения состоит из неодимового YAG:Nd³⁺ лазера и вакуумной камеры с остаточным давлением 4×10^{-5} мм рт. ст. (рис. 1). Длина волны излучения лазера составляет 1,064 мкм, длительность импульса – 30 нс, энергия одного импульса – 0,35 Дж. При этом интенсивность излучения на мишени CdTe составила $\sim 2 \times 10^6 \text{ Вт/см}^2$.

Омические контакты по обеим областям гетероструктуры сформированы термическим напылением металлического индия (In) после лазерного осаждения слоя теллурида кадмия (CdTe) толщиной порядка 0,4 мкм. Это достаточно высокоомный слой, так как концентрация доноров в нём составляет не более 10^{15} см^{-3} . Со стороны *p*-InSb (антимонида индия) слой In покрывает всю поверхность подложки, а со стороны *n*-CdTe на освещаемой поверхности изготовлены 4 контакта с диаметром не более 0,4 мм. Для компенсации нелинейности координат-

Рис. 1. Схема установки лазерно-импульсного осаждения:
1 – кварцевые линзы,
2 – фильтр,
3 – разделитель луча,
4 – калориметр,
5 – кварцевое окно,
6 – вакуумная камера,
7 – подложка,
8 – держатель и нагреватель подложки,
9 – мишень,
10 – держатель мишени,
11 – двигатель



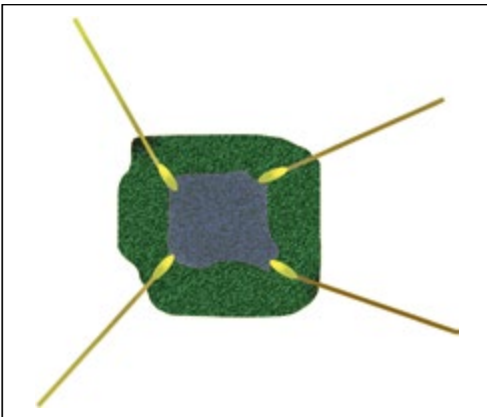


Рис. 2. Координатно-чувствительный фотоприёмник (p)InSb – (n)CdTe с подушкообразными границами фоточувствительной области гетероструктуры

ной характеристики вблизи периметра рабочей поверхности часто её делают криволинейной, например, в виде подушки «pincushion» (рис. 2).

Оптико-электронный макет исследованного двумерного координатно-чувствительного фотоприёмника представлен на рисунке 3, а принципиальная электрическая схема аналоговой части – на рисунке 4.

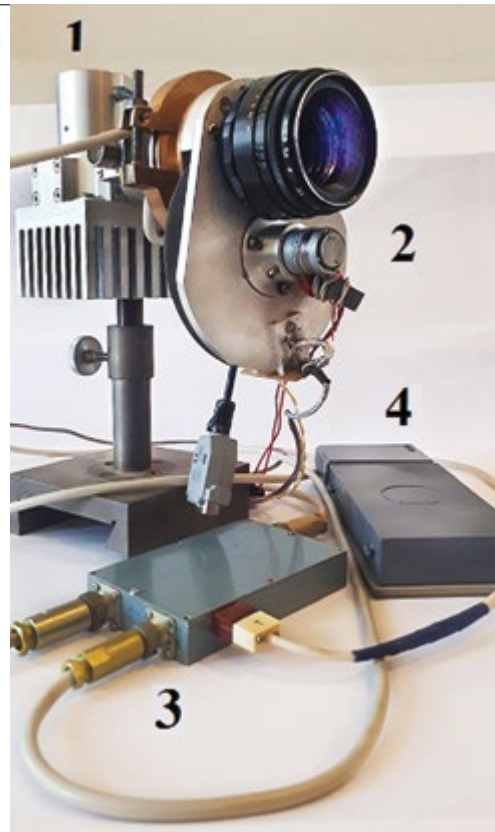


Рис. 3. Фотоприёмный узел: 1 – холодильная машина Стирлинга SRI 401; 2 – оптико-механическая часть (инфракрасная линза и модулятор); 3, 4 – усилитель с блоком автономного питания

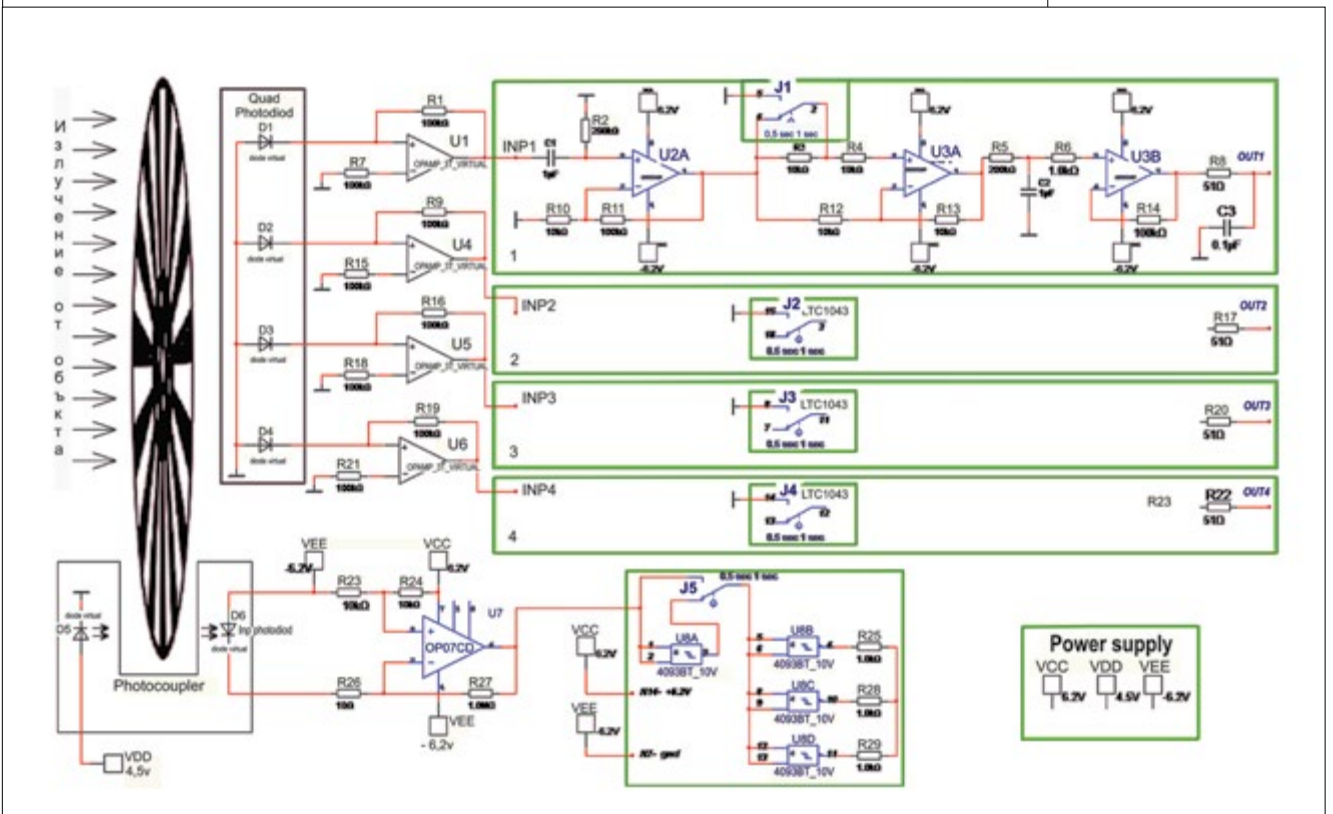
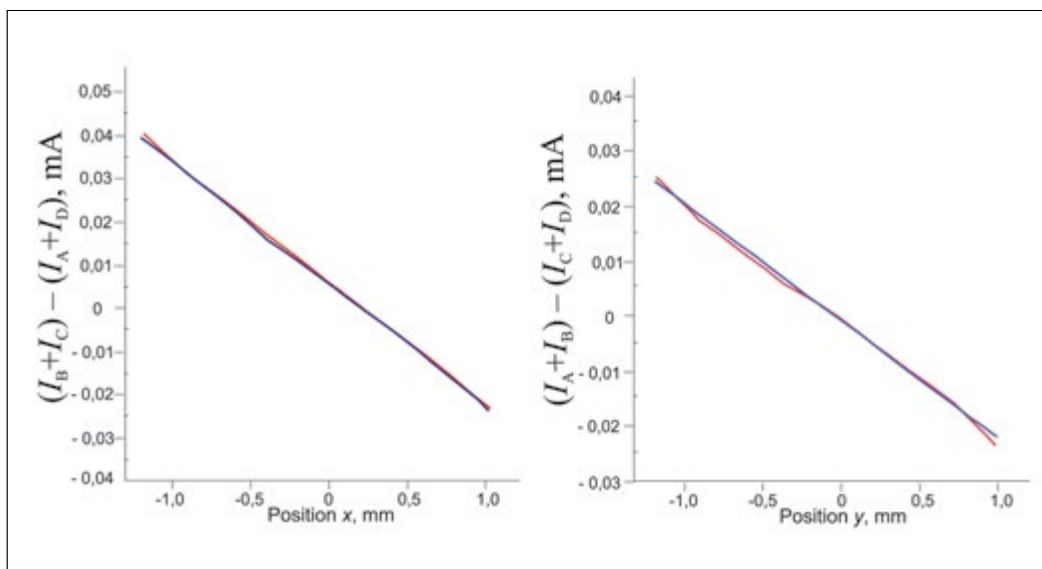


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема аналоговой части гетероструктуры

Рис. 5. Зависимость фототока от координаты при сканировании (а) вдоль оси x при $y = 0$; (б) вдоль оси y при $x = 0$ (эксперимент – красная линия, аппроксимация – синяя)



Показанная на рисунке 4 схема аналоговой части состоит из:

- малошумящего предварительного усилителя (АДА 4004-2), включающего 4 сверхмалошумящих ($1,8 \text{ нВ}/(\text{Гц})^{1/2}$) операционных усилителей (U1, U4, U5, U7) в одном корпусе;
- предварительных усилителей переменной, составляющей фотосигналов (U2A, U2B, U10A, U10B);
- синхронных детекторов (U3A, U6A, U11A, U12A);
- пассивного интегратора на RC-цепочках (R7C2, R21C4, R33C6, R46C8);
- выходных усилительных каскадов (U3B, U6B, U11B, U12B);
- синхронизирующих каналов для четырёх синхронных детекторов на базе оптронной пары ОРО7 (U8) и преобразователя уровня синхросигналов HEF4093 (U9A).

На рисунке 5 представлены графики зависимости разностей фототоков как функции от смещений вдоль координатных осей x , y через контакты, расположенные в полуплоскостях $y > 0$ и $x > 0$. Видно, что фотоприёмник характеризуется линейной координатной зависимостью фототоклика при смещении луча в достаточно большой области около центра фотоприёмной поверхности.

Быстродействие фотоприёмника при импульсном освещении оценивается на уровне 15 нс.

Величина координатной чувствительности, показывающая изменение тока при единич-

ном изменении координаты светового пятна и измеренная в режиме регистрации фототока, составляет около $30 \text{ нА}/\text{мкм}$. Это вполне достаточно, чтобы использовать ИК-фотоприёмник с высоким пространственным разрешением для определения координат и достаточно точного измерения скорости изменения положения луча по осям X и Y .

В ходе исследований, таким образом, на основе продольного фотоэффекта в гетеропереходе $(p)\text{InSb}-(n)\text{CdTe}$ с инверсионным слоем разработан опытный образец малоинерционного двухкоординатного ИК-фотоприёмника с крутой линейной координатной характеристикой, гарантирующей высокую чувствительность аппаратуры с матрицей заданного размера до 2 миллиметров. Гетероструктура получена с помощью относительно простой низкотемпературной технологии лазерно-импульсного осаждения.

Опытный образец малоинерционного двухкоординатного ИК-фотоприёмника может стать базовым для создания семейства различных автономных устройств измерения и преобразования координат и размеров объектов в электрические сигналы. К ним, в частности, относятся системы позиционирования исполнительных органов и технического зрения роботов, обрабатывающих станков, головок самонаведения ракет и снарядов, мониторинга движущихся объектов, охраны окружающей среды, измерения углов, расстояний и отклонений. ♦

Состояние и перспективы развития цифровых оптико-электронных систем

Развитие отечественных цифровых оптико-электронных систем (ЦОЭС) и комплексов военного назначения в настоящее время осуществляется по следующим основным направлениям:

- исследования процессов распространения, формирования, приёма и обработки оптических сигналов;
- совершенствование методических подходов по проектированию и испытаниям, включая компьютерное и математическое моделирование, расчёт, конструирование систем в целом и их отдельных составных частей;
- совершенствование элементной базы (электрорадиоизделий) ЦОЭС и комплексов воздушной разведки, а также технологий их изготовления;
- взаимодействие ЦОЭС с системами обработки цифровых изображений;
- создание ЦОЭС на новых физических принципах, обладающих улучшенными по сравнению с нынешними параметрами и характеристиками;
- расширение возможностей ЦОЭС военного назначения для применения в гражданских областях – народного хозяйства, науки и техники.

Оптическая и оптико-электронная техника военного назначения российского производства занимает одно из ведущих мест в мире в сфере высоких новейших технологий, которые в решающей мере определяют уровень и эффективность промышленного потенциала Российской Федерации. Характерно, что ежегодные темпы роста развития оптико-электронных технологий в нашей стране составляют более 10% в год.

Оптическое и оптико-электронное приборостроение аккумулирует в себе передовые дости-

жения естественных наук и стимулирует развитие фундаментальных, поисковых и прикладных исследований, обеспечивая создание сложных информационных интеллектуальных систем и комплексов. При этом важно обеспечить быстрое развитие всех направлений оптики, создание эффективных в эксплуатации иконических, в том числе инфракрасных, ультрафиолетовых и многоспектральных цифровых оптико-электронных систем, лазеров и лазерных приборов, высокого уровня технологической и метрологической базы. Это в конечном итоге определяет технический прогресс во многих отраслях науки, промышленности, медицины, экологии и безопасности.

Практическая реализация перечисленных направлений возможна при решении ряда задач научно-теоретического (методологического) характера:

- разработка методик выбора оптимальных спектральных рабочих диапазонов;
- определение корреляционных связей сигналов, получаемых в различных спектральных диапазонах;
- установление признаков классификации различных целей и фонов (материалов, покрытий, образований);
- изучение малоисвоенных на практике участков оптического диапазона электромагнитных колебаний;
- использование различий в поляризационных характеристиках излучения различных объектов.

В качестве наглядного примера можно привести проводимые в настоящее время интенсивные исследования физических свойств и практических возможностей использования

АНДРЕЙ МОЛЧАНОВ,
заместитель начальника
отдела – начальник
отделения (старший
инженер-испытатель)
управления
Государственного лётно-
испытательного центра
имени В.П. Чкалова,
кандидат технических
наук, доцент, профессор
Академии военных наук

ультрафиолетового диапазона оптического спектра с большим потенциалом их практического применения.

Основной особенностью диапазона длин волн от 200 нм вплоть до области ультрафиолетового диапазона (УФ) является высокая энергия фотонов, способная разрушать любое молекулярное соединение и вызывать деструктивные явления в различных материалах даже при минимальной спектральной плотности УФ-излучения. Эти свойства определяют эффективность применения УФ-излучения в технологических и специальных целях. При этом следует отметить крайне ограниченный набор прозрачных веществ, пригодных для использования в качестве окон источников УФ-излучения. Они имеют высокий коэффициент поглощения излучения атмосферными газами, ограниченный набор лабораторных источников и крайне недостаточный арсенал приёмников излучения, слабую метрологическую базу, что тормозит освоение этого практически важного диапазона оптического спектра. Отметим, что создание эффективных технологий проектирования с их отработкой на компьютерных моделях и опытных образцах, обеспечение пригодности разрабатываемых изделий для серийного производства являются в настоящее время основным направлением развития новой техники в современных условиях.

Системный инновационно направленный подход к развитию оптических систем современных приборов должен предусматривать:

- ♦ внедрение новых методов расчётов оптических и лазерных систем;
- ♦ создание новых оптических материалов с хорошей пропускной способностью в широком спектральном диапазоне и технологий их обработки;
- ♦ развитие асферической и дифракционной оптики, обеспечивающей высокое пространственное и спектральное разрешение;
- ♦ создание панорамных объективов для «смотрящих» систем с широким спектральным рабочим диапазоном;
- ♦ разработку адаптивных оптических систем, например, с перестраиваемым в реальном масштабе времени угловым полем или обладающих свойством адаптироваться к

изменению рабочего спектрального диапазона;

- формирование новых методик анализа, контроля и аттестации оптических компонентов и систем.

Сейчас активно развиваются приёмники оптического излучения (ПОИ) 3-го поколения на матричных приёмниках излучения, такие, например, как фоточувствительные приборы с переносом заряда, с зарядовой связью и фотоприёмники на комплементарной структуре «металл-оксид-проводник», которые работают одновременно в двух или более спектральных диапазонах.

Они позволят обеспечить:

- увеличение формата ПОИ с одновременным уменьшением размеров отдельных элементов, повышением однородности параметров и характеристик этих элементов;
- работу в двух и более спектральных диапазонах;
- повышение рабочих температур;
- увеличение частоты кадров;
- повышение энергетического разрешения;
- снижение массогабаритных характеристик, энергопотребления ПОИ, систем их охлаждения и термостабилизации.

Гиперспектральные оптико-электронные системы (ОЭС) в России только начинают создаваться, тогда как в США, например, гиперспектральный мониторинг активно развивается на уровне приоритетной государственной программы уже более 20 лет и является одним из основных методов сигнатурной разведки. Среди общей глобальной программы внедрения гиперспектральных технологий «программа дистанционного распознавания человеческого лица» в США выделена в качестве самостоятельной подпрограммы. Она финансируется Управлением перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA). Выполненные работы показывают возможность однозначной дифференциации 137 лиц по узкому участку спектра 700-1000 нм. Практически метод гиперспектрального анализа позволяет реализовать дистанционную биомедицинскую диагностику человека. Такие технические достижения обеспечивают решение задачи георазведки малоразмерных объектов

в реальном времени и их вскрытие по изучению динамики распределения малоразмерных целей за счёт обработки гиперспектральной информации.

Выделим некоторые перспективные направления развития ЦОЭС российского производства, включая системы «двойного» назначения (гражданские и военные):

- воздушный мониторинг земной поверхности, атмосферы, околоземного космического пространства, Солнца, планет Солнечной системы;
- обнаружение и распознавание различных целей и образов, выделение полезных сигналов на сложной фоноцелевой картине, что особенно важно для систем обеспечения обороны, безопасности и предотвращения антитеррористической и противоправной деятельности, а также для робототехнических систем военного и гражданского назначения;
- тепловизионные комплексы различного назначения, от военной техники до медицинских и противопожарных систем;
- медицинская и научно-аналитическая аппаратура.

ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ЦОЭС

1. Создание новых поколений ЦОЭС дистанционного зондирования Земли.

В них предусмотрены:

- минимизация массогабаритных параметров аппаратуры;
- достижение максимально высокого спектрального и пространственного разрешения (обеспечение высокой информативности и производительности аппаратуры);
- интеллектуализация систем (создание адаптивного программно-аппаратного обеспечения для решения целевых задач ЦОЭС);
- разработка современных технологий, элементов и новой метрологической стеновой базы с требуемой оптической и радиометрической калибровкой аппаратуры.

2. Создание новых оптико-электронных средств контроля пространства.

В них обеспечивается:

- мобильность и модульность ОЭС;

- применение адаптивной и асферической оптики;
- увеличение порога чувствительности приёмных каналов;
- расширение спектрального диапазона систем – от 0,3 до 23 мкм;
- круглосуточность работы ОЭС.

3. Создание новых ЦОЭС и комплексов воздушной разведки.

В них предусматривается:

- обеспечение работы ОЭС в нескольких спектральных диапазонах (многозональные, многоспектральные и гиперспектральные ЦОЭС);
- круглосуточная и всепогодная работа (возможность работы ЦОЭС в широком спектральном диапазоне – от ультрафиолетовой до инфракрасной области электромагнитного спектра);
- минимизация массогабаритных параметров;
- применение асферической и адаптивной оптики;
- повышение оперативности и производительности для реальных условий эксплуатации.

4. Создание нового поколения оптико-электронных обзорно-прицельных систем.

В них предусматривается решение комплекса задач, обеспечивающих:

- оперативность, повышение дальности обнаружения и распознавания целей с сокращением времени на их поиск;
- многоканальность (многоспектральность) работы;
- комплексированность каналов технического зрения;
- минимизация массогабаритных параметров за счёт применения современной электронной компонентной базы, новых оптических элементов и технологий.

5. Создание нового поколения оптико-электронных средств траекторных измерений.

Оно направлено на достижение предельных точностных характеристик с погрешностями до 1 секунды за счёт оптических элементов с высокоточной пространственной ориентацией, на повышение пространственного разрешения и оперативности (информативности и производительности).



а)



б)



в)



г)

Рис. 1. ЦОЭС, выпускаемые отечественной промышленностью

- а) ОЭЦН-350, АО «ЦНИИ «Циклон», г. Москва
- б) ГОЭС 540, АО «ПО УОМЗ», г. Екатеринбург
- в) ОЭС, АО «НПП АМЭ», г. Санкт-Петербург
- г) МОЭС, АО «НПК «СПП», г. Москва

Решение таких технологических задач предопределяет необходимость организации новых современных производств:

- ♦ тепловизионных модулей и каналов нового поколения;
- ♦ низкоуровневых телевизионных модулей и каналов;
- ♦ прецизионных малогабаритных лазерно-гироскопических устройств (на базе высокочувствительных ПЗС) и систем высокоточной стабилизации изображений;
- ♦ спектроделительных интерференционных покрытий высокого пространственного разрешения;
- ♦ адаптивных оптических устройств компенсации искажений оптического изображения (за счёт эффекта турбулентности в атмосфере), изготовления и контроля прецизионной

асферической оптики (в т.ч. внеосевой) диаметром до 1-2 м;

- ♦ нового поколения метрологических комплексов для контроля и аттестации современных оптических и ОЭП и систем;
- ♦ автоматизированных систем интерферометрического контроля различных (плоских, вогнутых, выпуклых) поверхностей крупногабаритных оптических деталей (сферических и асферических);
- ♦ автоматизированных систем контроля качества объективов (измерения ОПФ);
- ♦ автоматизированных систем контроля спектроделительных покрытий в УФ и видимой областях;
- ♦ автоматизированных систем контроля качества объективов в области глубокого ($\lambda=150-200$ нм) и экстремального

($\lambda=10-30$ нм) УФ-диапазона для установок фотонанолитографии.

Кроме того, потребуется совершенствование технологии изготовления и контроля просветляющих, отрезающих, полосовых, интерференционных покрытий (для УФ, видимого и ИК-диапазонов).

В мировой практике накоплен достаточный опыт создания цифровых гиостабилизированных многофункциональных оптико-электронных систем.

В настоящее время в России производится широкая номенклатура цифровых оптико-электронных систем наблюдения и воздушной разведки. На рисунке 1 представлены основные ЦОЭС, выпускаемые отечественной промышленностью.

Среди них можно выделить ОЭЦН-350 разработки АО «ЦНИИ «Циклон», г. Москва, который отличается от аналогов меньшей массой (30 кг), низкой потребляемой мощностью (не более 120 Вт), расширенным диапазоном рабочих температур (от минус 60 до плюс 55°C), наличием: отдельного коротковолнового инфракрасного канала, работающего в спектральном диапазоне (0,9...1,7 мкм); телевизионного, тепловизионного каналов и лазерного дальномера собственной разработки; лазерного дальномера – целеуказателя (подсветчика) собственной разработки с энергией излучения 65 мДж и дальности подсвета 0,2–12 км.

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЦОЭС

Развитие отечественного оптического и оптико-электронного приборостроения должно базироваться не только на совершенствовании отдельных его направлений, связанных с промышленным производством, академической, вузовской и отраслевой наукой, но и на комплексном программно-целевом подходе к данной проблеме.

Наиболее актуальные направления дальнейшего совершенствования отечественных ЦОЭС можно определить следующим образом:

1. Создание многоспектральных (многодиапазонных, многоканальных) ЦОЭС с обеспече-

нием возможности работы в ультрафиолетовом, видимом, ближнем, среднем и дальнем инфракрасных диапазонах спектра (в том числе с комплексированием изображений, получаемых в этих диапазонах).

2. Создание информационно-ёмких высококоразрешающих гиперспектральных систем и соответствующей метрологической базы к ним.

3. Внедрение высококоразрешающих спектроразделительных оптических модулей.

4. Создание ЦОЭС с элементами адаптивной и асферической оптики для всех спектральных диапазонов.

5. Внедрение оптических (голографических) корреляторов и лазерно-локационных средств для повышения достоверности и оперативности работы обзорно-прицельных систем и комплексов.

6. Применение в ЦОЭС широкоугольной внеосевой зеркальной оптики с асферическими интраокулярными линзами и облегчёнными конструкциями из углепластика.

7. Выработка решений, основанных на создании новых интеллектуальных геопространственных информационных систем на базе нового поколения приёмников оптического излучения и новой системной организации ведения воздушной разведки с помощью ЦОЭС.

8. Создание нового класса программно-аппаратного обеспечения для анализа и обработки гиперспектральной информации, выделения объектов на фоне мощных помех. Это возможно, в том числе за счёт программно-алгоритмического обеспечения для реализации метода последетекторной обработки сигналов на приёмниках оптического излучения ЦОЭС, а также благодаря высокопроизводительной обработке сигнальной информации в цифровых комплексированных каналах технического зрения.

9. Создание нового поколения высокоточных безынерционных и активных систем высокоточной стабилизации изображения.

По результатам Государственных лётных испытаний будут сделаны выводы о соответствии образца ЦОЭС требованиям заказчика и тактико-техническому заданию с выдачей рекомендаций о его принятии на вооружение и постановке на серийное производство. ◆

МАКС-старт МС-21

БОГДАН КАЗАРЬЯН,
профессор Академии
военных наук

Главным событием XIV Международного авиакосмического салона стала демонстрация в полёте нового отечественного среднемагистрального лайнера МС-21 перед будущими его пассажирами – россиянами и иностранцами. Этим не пренебрегают другие достижения учёных, конструкторов, инженеров – красивые гражданские и военные летательные аппараты тяжелее воздуха с широким и узким фюзеляжем, с традиционным и «чёрным» крылом, совершенной аэродинамикой, «умной» системой управления, улучшенной топливной эффективностью тяговых двигателей, безопасные во всех полётных положениях.

Участники и посетители салона, уверенные в качествах МС-21 и в мастерстве лётчиков-испытателей ПАО «Корпорация «Иркут» Олега Кононенко и Василия Севастьянова, восприняли как должное короткий разбег самолёта, крутой уход в небо, полёт с креном до 90 градусов вблизи земли. Впечатляющее техническое совершенство, изящный дизайн самолёта показали – новый лайнер есть.

Можно сказать, что на МАКС-2019 авиастроители представили Правительству России, министерствам транспорта, промышленности и торговли, менеджерам различного рода, маркетологам, специалистам по сервису, лизингу, логистике и, конечно, журналистам высокотехнологичную научно-техническую продукцию, чтобы продвигать её на рынках пассажирских перевозок.

Из первого же полёта самолёт из «перспективных» перешёл в категорию реальных предложений авиапрома на российском и мировом рынках. Сразу после московского салона МС-21 впервые показали за рубежом на выставке «Teknofest 2019» в Стамбуле. Теперь для развития успеха нужна настойчивая многолетняя согласованная работа производителей, эксплуатантов, политиков, руководителей всех уровней и даже депутатов, чтобы не повторялись загогулины долгого пути SSJ100. Возможности для этого существуют. Согласно представленному Объединённой авиационной корпорацией на МАКС-2019 долго-

срочному «Обзору рынка 2019-2038», основным спросом будут пользоваться узкофюзеляжные самолёты вместимостью 166-200 кресел. Потребность в них оценена на уровне 20 476 единиц, в том числе российским авиакомпаниям потребуется до 2000 самолётов. Также будут востребованы 6438 узкофюзеляжных лайнеров вместимостью свыше 201 кресла и 3443 самолёта вместимостью от 135 до 165 мест. Общая тенденция роста спроса на узкофюзеляжные самолёты отмечается и в прогнозах компаний Boeing и Airbus.

Некоторые прогнозы продвижения МС-21 на рынке, высказанные, начиная с 2011 года, отдельными экспертами, последовательно изменялись от оптимистичного до более-менее реалистичного. Например, исполнительный директор агентства Aviaport Олег Пантелеев утверждает, что МС-21 займёт до 70% объёма перевозок на российском и до 20% – на «развивающихся» рынках, не уточняя, что означает это размытое понятие. Существующий рынок среднемагистральных перевозок Европы, Америк, Азии, для которых предназначен МС-21, вполне развит и в основном охвачен самолётами Boeing и Airbus. Эпизодические изменения некоторых маршрутов, как это произошло после предоставления международного статута российским региональным аэропортам, его изменяют несущественно. Поэтому всю совокупность преимуществ МС-21 в лётных и эксплуатационных свойствах над самолётами Boeing и Airbus прежних модификаций иностранные компании способны компенсировать в рамках устоявшейся массовой эксплуатации и перевозок при одновременной замене части парка на модернизированные борты.

Сегодня менеджмент решает задачу обеспечения прорывного успеха МС-21 на рынках. По словам заместителя председателя Правительства Российской Федерации Ю.И. Борисова, интерес иностранных заказчиков к МС-21 имеется, но пока самолёт не пойдёт в серию, а российские перевозчики не дадут ему оценку, контракты заключать никто не будет. Продвижение лайнера потенциальным покупателям характеризует количество

заказов – пока 175 машин. По утверждению министра промышленности и торговли Д.В. Мантурова, подписанные к настоящему моменту контракты позволят загрузить мощности «Иркут» до 2027 года, а к 2030 году каждая вторая машина в парке Аэрофлота будет российского производства. Но при таком неспешном выводе лайнера на рынок, скорее всего, сохранятся угрозы повторения перипетий, происходивших с SSI100.

Кроме того, Аэрофлот с целью сохранения конкурентоспособности компании планирует одобренное Правительством России приобретение с 2019 по 2023 год сотни самолётов Boeing и Airbus, из них 22 – дальнемагистральные. Но обеспечение конкурентоспособности российского авиапрома и его гражданской продукции оказывается задачей вторичной. Нашим авиапроизводителям ещё предстоит переломить традицию штучного выпуска гражданских самолётов, показать способность налаживать в короткий срок массовый выпуск новых типов и модификаций самолётов, предлагая на продажу не единичные экземпляры, а необходимое потенциальным заказчикам любое количество самолётов в удовлетворяющие их сроки. Это необходимо, чтобы сформировать эксплуатационную статистику для быстрого устранения так называемых «детских» дефектов, организовать выпуск запасных частей и агрегатов в обоснованном количестве. Вместе с тем заводы, завершающие выполнение оборонзаказа, получат новые заказы, что исключит спад производства и потерю высококвалифицированных кадров.

Деловая программа и программа подписания договоров и соглашений на МАКС-2019 отражали устремлённость учёных, конструкторов на создание экономичной, технологичной в производстве и эксплуатации интеллектуализированной авиационной техники с самыми современными свойствами и характеристиками. К сожалению, уже проработанные, начиная с этапа проектирования, решения проблем создания систем сервиса и послепродажного обслуживания МС-21 в сотрудничестве с другими авиакомпаниями в ходе выставки показаны недостаточно. Демонстрация МС-21 практически не сопровождалась информацией о создании новых систем продаж и лизинга самолёта, эксплуатации и сервиса, организации экономически более эффективных и комфортных воздушных перевозок,



подобных тем, которые предусматривались договорами по техническому обслуживанию и ремонту SSI100, заключёнными, начиная с 2011 года, с Sabena technics (Belgium), South African Airways Technical, сервисными компаниями Volga-Dnepr Technics, SuperJet International.

В частности, Volga-Dnepr Technics, как авторизованный провайдер, с привлечением специальной техники могла бы каждые два года проводить 7500-часовые тщательные проверки (категории C-check) самолётов в специальных ангарах в условиях, соответствующих заводским (данные об организации более сложных и объёмных проверок и работ категории D-check и Shop visit отсутствуют). Сервисная компания SuperJet International по программе SuperCare обязывалась в течение шести лет обслуживать SSI100 авиакомпании «Армавиа», в течение 10 лет – индонезийскую PT Sky Aviation. Доступна также информация о соглашении компании SuperJet International с Lufgansa Technik Logistik о перевозке необходимых для проведения работ запасных частей, согласно которой предстояло формировать инфраструктуру обеспечения, работающую без таможенного оформления. Но маркетологи не смогли правильно указать компании, которые купят, возьмут в лизинг или арендуют самолёты. А службы логистики не располагают достоверной статистикой для оценки надёжности бортовых систем и агрегатов методиками прогнозирования отказов и не предложили облик инфраструктуры базовых пунктов сервиса, обслуживания, складирования запчастей, схемы, сроки и цены доставки групп обслуживания и запасных агрегатов по международным линиям, где подавляющее количество рейсов выполняли «Боинги» и «Аэрбасы». Малая серийность самолёта не позволила организовать выпуск по приемлемым ценам запасных частей в зарубежных компаниях-производителях. Менеджеры всё ещё

МС-21 на МАКС-2019

не нашли подходов к крупным западным авиационным компаниям, не получили поддержки в России, чтобы организовать надёжную доставку запчастей и специалистов.

В октябре нынешнего года принято решение о создании в рамках ОАК единой для российских самолётов сервисной компании. Опыт SSJ100 показал, что самолёт без сервиса и сопровождения сегодня считается товаром некомплектным и продаётся хуже. Для успеха на внутреннем, открытом для всех иностранных компаний, и на мировом рынках техники, пассажирских перевозок, сервиса, услуг необходимы учёт и использование существующих взаимных интересов и взаимозависимости российских и иностранных авиакомпаний.

Российским авиазаводам и компаниям пока сложно самим, без поддержки государства, справиться со всем объёмом задач создания и обеспечения функционирования системы сервиса MC-21. На начальном этапе эксплуатации, характеризующемся несколько большей частотой отказов и нестабильной работой техники, это особенно ощутимо. Чтобы иметь возможности для срочной доставки запчастей и специалистов по нормативам, близким к тем, что приняты в компаниях Boeing и Airbus, нескольких сотен своих самолётов MC-21 и SSJ100, курсирующих на внутренних и некоторых международных авиалиниях, недостаточно. Это несравнимо с количеством унифицированных по типам, модификациям самолётов Boeing и Airbus, непрерывно летящих по всем направлениям, способных практически немедленно принять на борт затребованные запчасти и специалистов и доставить их в любой аэропорт за минимальную цену.

Неконкурентный натиск из-за рубежа на MC-21, весомый сегодня в части технологий, производственных линий, материалов, тоже не прекратится по чьей-то доброй воле. А высокого технического совершенства MC-21 и фактора вовлечённых в научно-производственную кооперацию немногих иностранных компаний пока недостаточно, чтобы сформировались международные гарантии устойчивого выполнения российской программы выпуска, продаж и налаживания современного сервиса гражданских самолётов.

Достоинством MC-21, в отличие от SSJ100, является то, что он более органичен в типовом

ряду самолётов оптимальной вместимости для федеральных и некоторых региональных российских маршрутов разной протяжённости, загруженности и регулярности полётов. Примечательно, что Boeing и Airbus, принимая во внимание высокие лётно-технические и эксплуатационные характеристики MC-21, уже предприняли меры по модернизации выпускаемых типов самолётов, которые и в прежнем своём виде ещё могли бы обеспечивать достаточные доходы.

Российские инвестиции в проект MC-21 обусловлены интересами и способностью коммерческих организаций к планированию долгосрочного бизнеса, а также воздействием государства и общественности на компании в целях продвижения, поддержки эксплуатации и сервиса техники в стране и за рубежом. В этом воздействии важное значение имеют организация и бюджетного, и внебюджетного финансирования, имиджевое, рейтинговое сопровождение, законодательное, договорное, нормативное регулирование деятельности авиакомпаний на российском и международном рынках, в том числе в части импортозамещения по типам самолётов, агрегатам, оборудованию и технологиям.

В гражданской авиации, которая должна летать на всех существующих внутренних и иностранных маршрутах, нецелесообразно огульное стремление к полному импортозамещению. Лучшие зарубежные технологии, комплектующие изделия должны использоваться в полной мере. Соразмерный по номенклатуре и количеству импорт авиационной техники и комплектующих позволяет создавать конкурентную среду и дополнительно стимулирует работу по совершенствованию отечественного бортового оборудования, двигателей, наземных средств связи, навигации, аэродромно-технического обеспечения, внедрению новой культуры и средств обслуживания пассажиров в аэропортах и на борту.

Научно-техническая и экономическая политика должна быть направлена на обеспечение импортонезависимости. Среди способов решения задачи – выпуск в достаточных объёмах собственной высокотехнологичной продукции, широкое участие в международных кооперациях с ведущими зарубежными производителями авиационной техники и оборудования. ◆

Искусственный интеллект

В последнее время на тему искусственного интеллекта очень много публикаций как научно-го, так и «околонаучного» толка (причём последних, как правило, больше).

Давайте попробуем разобраться в этом вопросе чуть глубже.

Прежде всего, определим предмет дискуссии и критерии оценки. Судьями же предлагаю быть специалистам и читателям.

Итак, «Предмет». В Википедии интеллект (лат. intellectus) – «ощущение, восприятие, разумение, понимание, понятие, рассудок или ум – качество психики, состоящее из способности приспосабливаться к новым ситуациям, способности к обучению и запоминанию на основе опыта, пониманию и применению абстрактных концепций, использованию своих знаний для управления окружающей средой. Общая способность к познанию и решению трудностей, которая объединяет все познавательные способности человека: ощущение, восприятие, память, представление, мышление, воображение, а также внимание, волю и навыки».

Другое определение интеллекта даёт настольная энциклопедия Britannica. Интеллект (англ. intelligence) – «...способность воспринимать новые или сложные познавательные ситуации – исследовать их, понимать и разрешать возникающие при этом трудности...».

Таким образом, напрашивается вывод о том, что интеллект – это способность некоего носителя знаний и опыта решать сложные задачи, зачастую в совершенно новой постановке (условиях).

Подтверждением этому может служить масса примеров, когда совершались открытия (география, астрономия, физика, математика и т.п.), совершенно не базирующиеся на накопленных знаниях.

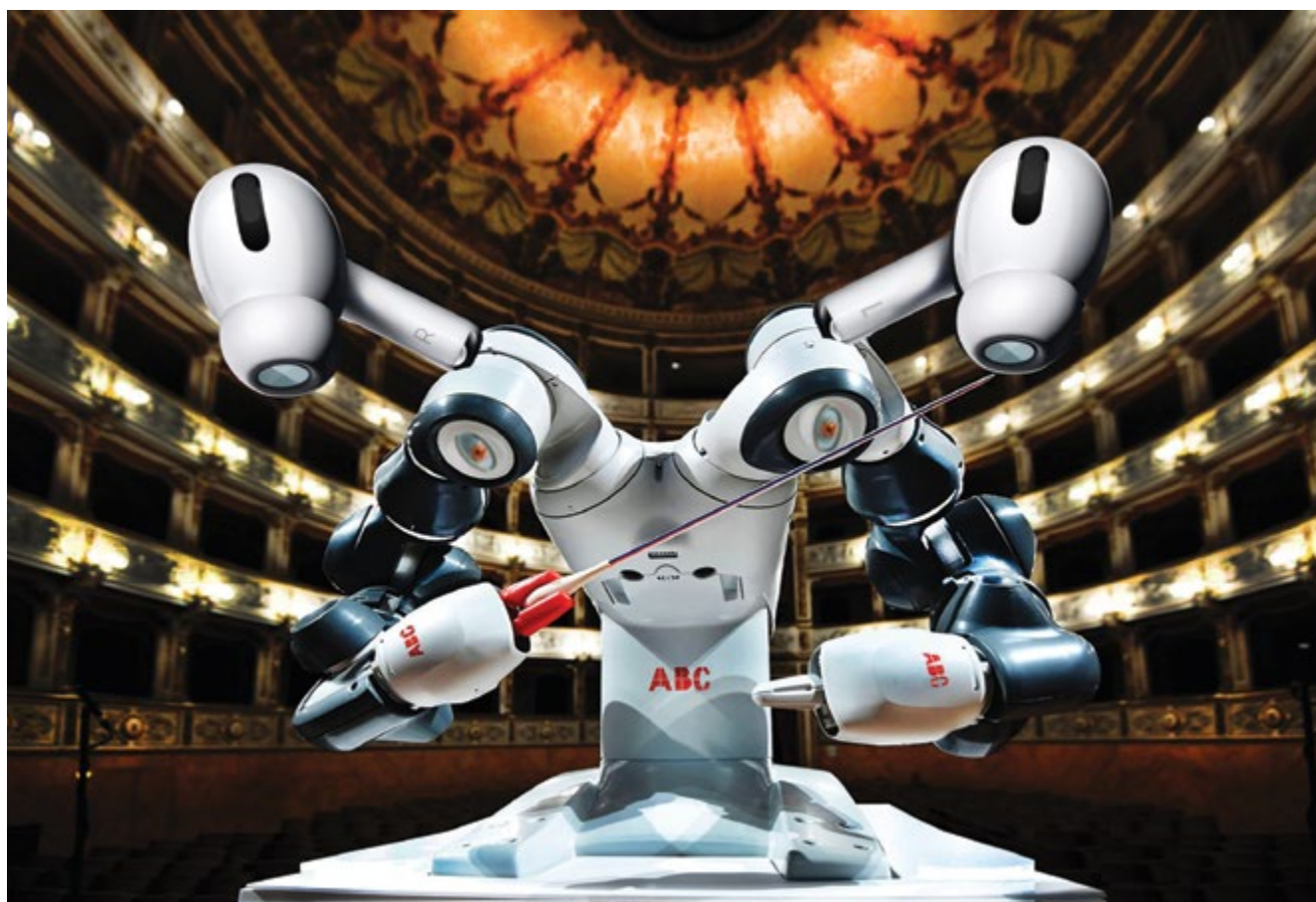
А вот какое определение дает Britannica искусственному интеллекту: «Это способность машины выполнять задания, которые требуют приложения человеческого интеллекта. Типичные сферы применения искусственного интеллекта – игры, перевод с иностранных языков,

экспертные системы, робототехника. Хотя псевдоразумные машины создавались ещё в античности, первые зачатки подлинного интеллекта появились лишь с изобретением цифровых компьютеров в 1940-х. Искусственный интеллект (или, по крайней мере, подобие интеллекта) развивался параллельно вычислительной мощности компьютеров, которая, по-видимому, является основным сдерживающим фактором в его развитии...»

Как следует из этого определения, на сегодняшний день к «решённым» (точнее, «решаемым»!) задачам искусственного интеллекта можно отнести те, в которых формализуются законченные логические цепочки. Там же, где нет однозначного решения, где нет чёткой формализации неких правил, задача становится трудноразрешимой.

ВИКТОР ПОЛЯКОВ,
генеральный директор
ООО «ОАК-Центр
комплексирования»,
кандидат технических
наук





«Критерии». Это способность некой системы предложить решение, которое будет лучше, чем предложенное человеком в нестандартной ситуации.

Современные вычислительные машины, обладая колоссальным быстродействием, способны производить расчёты любой сложности, обрабатывать огромные массивы разнообразной информации и формировать рекомендации на базе этих расчётов.

Уже появились программы, позволяющие обыгрывать чемпионов мира в шахматы и древнейшую игру Го. Они способны выбрать наиболее оптимальное решение (ход) в конкретной ситуации и просчитать последствия данного хода (просчитать ответные действия соперника), скорректировать следующие действия.

Казалось бы, вот «оно»! Вот и искусственный интеллект!!!

Но давайте посмотрим на данную ситуацию под другим углом:

- ♦ игра идёт по известным правилам, в которых установлена последовательность ходов и возможности перестановки каждой фигуры;

- ♦ известны условия начала игры (исходная позиция) и условия окончания игры (таким образом, зафиксированы граничные условия);
- ♦ отдельно могут накладываться временные ограничения.

В этом случае вполне реально разработать «дерево развития ситуации», приводящее в итоге к победе. А задавая «ветвистость дерева» на три, пять и т.д. ходов вперёд, можно реализовать программу разной степени сложности.

Таким образом, все эти исходы поединков человека и машины происходят в стандартных ситуациях!

Совсем иначе обстоят дела, если что-то не может быть регламентировано. Как-то раз я сел играть в шахматы с соседским мальчиком Сашей, которому было около четырёх лет. Через три-четыре хода он объявил, что я проиграл, хотя партия была совсем далека от финала. На мой вопрос «Почему я проиграл?» Саша ответил, что я проиграл потому, что он выиграл! Другие конечные условия, другие правила – другое завершение игры!

Применяя теорию игр, зная правила и граничные условия, можно строить различные тактики (гарантированной победы, поиск выхода из лабиринта – всегда налево, два налево плюс один направо, случайный выбор при равных условиях и т.д.), можно получить различные результаты. И они при одних и тех же начальных условиях будут:

1. Или всегда одинаковые (случай жёстко регламентированной последовательности ходов).
2. Или всегда разные (случай использования элементов теории вероятности при принятии решения).

Можно ли данные результаты считать элементами искусственного интеллекта?

Можно ли их использовать в боевых системах?

В первом случае жёстко регламентируется логика последовательности ходов, широко используемая уже сегодня в различных поисковых системах и системах самонаведения. Тогда достигается вполне ожидаемый результат, хотя сам результат носит вероятностный характер, так как не все нюансы могут быть учтены существующими алгоритмами. Например, зная алгоритм поиска целей, распознавания образа и так далее, можно организовать «противодействие» нормальной работе данного алгоритма.

Развитие вычислительных возможностей значительно повышают вероятность положительного решения поставленной задачи. Но при строгом соблюдении начальных условий результат должен быть однозначным, и это даёт возможность испытать данный образец на соответствие заданным условиям.

Второй случай наиболее проблематичен в части его применения в военном деле. Использовать систему, дающую различный результат в одинаковых начальных условиях, может оказаться невозможным в самой общей постановке, так как не будет гарантии проверки всех возможных исходов эксперимента. Здесь необходимо определить область применения тогда, когда разрешается некоторое вероятностное распределение исходов эксперимента, в которой это недопустимо!

Однако вводя такие области, мы тут же накладываем ограничения на применение искусственного интеллекта.

Наверное, мы когда-то подойдём к ситуации, когда уровень, глубина формализации неких логических правил и вероятность правильного, с точки зрения экспертов, решения позволит нам доверить машинам принятие достаточно сложных решений без вмешательства человека. Но в настоящее время мы делаем только первые шаги в этом направлении...

Таким образом, на сегодняшний день под понятием искусственного интеллекта предлагается признать некую аналитическую систему, обрабатывающую заданный массив исходных данных, в том числе с учётом накопленных знаний, и позволяющую выполнять регламентированные, запрограммированные операции в стандартных ситуациях, а также представлять результаты анализа в удобном для оператора виде для принятия им особо ответственных решений, когда ситуация не является стандартной.

Вы согласны? ◆

НАША СПРАВКА.

Виктор Борисович Поляков с 2014 года возглавляет входящую в состав Объединённой авиастроительной корпорации компанию ООО «ОАК-Центр комплексирования», в задачу которой входят разработка, интеграция, отладка бортового оборудования для линейки перспективных лайнеров МС-21. Он принимал участие в создании истребителей Су-27, Су-27М, Су-33, Су-34, Су-30 (МКК, МК-2, МКИ, МКМ), Су-35 и Су-57, а также в ряде перспективных программ создания авиационной техники гражданского назначения. Руководил работами опытно-конструкторского бюро в области интеграции БРЭО и КБО современных авиационных комплексов.

Виктор Борисович – автор более 25 патентов и изобретений. Заслуженный конструктор Российской Федерации, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

Искусственный интеллект. Комплексный анализ состояния и возможные перспективы создания

РОМАН ДУРНЕВ,
начальник научно-организационного управления ФГБУ «Российская академия ракетно-артиллерийских наук» (РАРАН), доктор технических наук, доцент

КИРИЛЛ КРЮКОВ,
руководитель секретариата Совета главных конструкторов по системе вооружения сухопутной составляющей сил общего назначения РАРАН, кандидат психологических наук

ИРИНА ЖДАНЕНКО,
старший научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий)

Исследованиям и опытно-конструкторским работам по созданию средств с искусственным интеллектом (ИИ) сопутствуют два важных обстоятельства. Первое: завершая отладку опытных изделий, разработчики перестают воспринимать их «интеллектуальность», поскольку точно знают сущность применённых математических, алгоритмических методов и моделей некоторых функций мозга, интеллекта человека и животных. Второе – очередной практический результат в этой сфере также подвергается критической оценке с целью дальнейшего углубления понимания сущности интеллекта и его «искусственной» ипостаси, одним из выражений которой сегодня является идея «сильного ИИ», способного превзойти современный человеческий интеллект, который предполагается создать путём повышения когнитивных способностей homo sapiens.

ФИЛОСОФИЯ СОЗДАНИЯ СИЛЬНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Подход к пониманию мозга человека как вычислительной системы привёл к выводу о физическом пределе его параметров. В сообществе специалистов по ИИ принято считать нейроны в качестве вычислительных элементов. Их насчитывают около 100 млрд. Скорости вычислений оцениваются примерно в 200 Гц в пике, а скорость прохождения сигнала в аксонах – менее 120 метров в секунду. Кратковременная память одновременно удерживает всего 5-9 блоков информации, долгосрочная память – до одного миллиарда битов. Надёжность, точность,

работоспособность, восстановление функций при сравнении с микропроцессорами на много порядков уступают «кремнию». Стремление прямолинейного (упрощённого) преодоления предполагаемого «неравенства» не сравнимых по сущности свойств мозга и техники подобна попытке перекомпоновки парового двигателя в реактивный. И там, и там используется рабочее вещество с параметрами и свойствами газа.

Частная технико-экономическая точка зрения определяет человека как «оптимум финишного изделия», застывшего в эволюционном развитии в динамично изменяющемся окружении. Всё, что связано с Землёй, её поверхностью и недрами, чутко реагирует в ответ на планетарный техногенный натиск самого человека – энергетикой всех видов, вмешательством в недра, сопоставимым с действием геологических сил, биотехнологиями, генетикой, чипизацией организмов, синтетическими веществами и пестицидами. Наступает разрушительное глобальное потепление, ускоряются изменения климата и другие стихийные бедствия.

Но не спешит природа развивать человека. По принципу бритвы Оккамы «не плодит сущности без надобности»: не формирует новые функции мозга и памяти, не увеличивает скорости мышления и передачи электрохимических сигналов.

Одной из причин такой неторопливости можно назвать необходимость наращивания и так высокого потребления кислорода и, соответственно, метаболических затрат. Для мозга в его современном состоянии при массе около

2% от массы тела используется до 20% вдыхаемого кислорода. И это предел. При поступлении большего количества кислорода существенно возрастает количество свободных активных радикалов в тканях. Жизнеспособность организмов снижается, что и наблюдается при заболеваниях. Эволюционная «выбраковка неэффективных особей» станет чрезмерной, опасной для любой популяции, проще говоря, губительной. Процессы изменений утратят устойчивость, и существование видов будет прекращаться задолго до реализации ожидаемого потенциала.

Стремление к усовершенствованию человека до вида, адекватного будущим реалиям, привело к идее искусственного улучшения когнитивных, мыслительных, познавательных и в целом интеллектуальных способностей

Одно из направлений – многообразные трудоёмкие и не очень эффективные процессы духовно-нравственного воспитания, развития любопытства, углубления восприятия и знаний всего многообразия и красоты окружающего мира. Тогда будет возможным скачок в развитии интеллекта людей, подобный тому, который произошёл в древности. Что интересно и важно: этот скачок был осознан людьми и в итоге получил метафорическое и аллегорическое описание в библейском эпизоде познания добра и зла – так же, как и в других религиях. В своё время апостол Павел указывал в посланиях, что надлежит быть разномыслиям, дабы выявились люди, названные им «искуснейшие» (конечно, в способности познания, анализе фактов, споре за истину, то есть в значительной степени в интеллектуальности).

Получение нового знания и обучение – основной способ улучшения интеллекта. Он сопровождается изменениями мозга. В кратковременном периоде развития не приходится ожидать образования новых нейронов. Но преобразуются связи между ними. В отличие от компьютера, мозг всякий раз прокладывает нервные пути по мере усвоения новой информации заново. Если приложить к этим процессам науку, то можно будет быстрее развивать и корректировать когнитивные возможности и создать «сильный ИИ».

Другое предлагаемое направление – селекция homo sapiens. Это напоминает легенду о

селекции детей в древней Спарте по состоянию здоровья и физической конституции.

Третье обсуждаемое направление повышения интеллектуальных способностей, очень характерное для стран с низким уровнем социального развития, – полноценное питание, прежде всего детей, со специальным меню и режимом, исключение из пищи и окружающей среды нейротоксичных соединений, негативных для физического и умственного здоровья, что должно гарантировать улучшение генофонда.

Четвёртое направление – технологичная активация и деактивация различных частей мозга для улучшения некоторых интеллектуальных способностей. В нём используются в качестве примера «саванты» – гениальные безумцы со сверхспособностями в очень узких интеллектуальных областях. Эти способности приобретаются при генетическом или посттравматическом подавлении развития левого полушария в пользу правого. Подобный эффект незначительного улучшения отдельных функций интеллекта на непродолжительное время получают при использовании достаточно грубого и технологически несовершенного метода транскраниальной магнитной стимуляции, позволяющей заглушить левую височную долю и орбитофронтальную кору.

Следующее направление обусловлено убеждением, что забывание – самопроизвольный пассивный процесс деградации усвоенного. На нём основано использование лекарственных препаратов для подавления процесса забывания и временного усиления памяти. Предполагается, что это улучшает когнитивные способности человека за счёт возможности оперирования большими объёмами информации. Но мы видим, что в данном предположении не учтены законы и свойства мыслительной деятельности мозга, которая вместе со свойствами памяти образует и характеризует когнитивную функцию. Кроме того, забывание тоже активный процесс, требующий в том числе участия нейромедиатора дофамина.

С целью обеспечения баланса объёма памяти, энергопотребления и вычислительных свойств, исключающих непроизводительные затраты времени и ресурсов, на компьютерах проводится стирание информации системотех-

ническими способами. Однако деструктивный процесс накопления в памяти информационного шума и обмена в сетях сегодня идёт всё более интенсивно.

Известно, что ввод стволовых клеток в гиппокамп (участок мозга – важный центр памяти) тоже способствует улучшению памяти и мышления. Но оказалось, что волшебные клетки имеют свойство неожиданно становиться злокачественными.

Память, умственную деятельность, способность к обучению, устойчивость мозга к разнообразным вредным воздействиям, чрезмерным нагрузкам, гипоксии, когнитивные способности можно стимулировать ноотропными средствами (нейрометаболическими стимуляторами), оказывающими специфическое воздействие на высшие психические функции. Но их действие кратковременно, нестабильно, имеет множество побочных эффектов и не обеспечивает устойчивый рост мыслительных способностей. Мозг требует «бережного баланса, тонкой настройки, тщательной культивации», а не подкормки чудодейственным зельем.

Есть ещё направление, которое исходит из установленного факта существования участков генов, отвечающих за гигантское ускорение эволюции человека и формирование коренного отличия людей от приматов за последние 6 млн лет. Это неочевидная идея искусственной мутации генов, отвечающих за интеллект, для увеличения количества серого вещества, площади неокортекса и повышения интеллекта человека. Так, площадь поверхности и объём новой коры полушарий головного мозга у дельфинов, слонов, кашалотов и некоторых других млекопитающих больше, чем у человека, но несоизмеримы их мыслительные способности (или мы не знаем, как измерять этот уровень?).

Много говорилось об итеративной селекции эмбрионов, позволяющей «конструировать» их с идеально точным сочетанием генетических данных родителей, осуществлять генную модификацию соматических клеток взрослого человека.

Есть другие варианты создания генетически модифицированного *homo sapiens*.

Современное общество негативно относится к генетической инженерии сельскохозяйст-

венных продуктов, не говоря о животном царстве. Но отношение может перемениться. Якобы законченная, по современным представлениям, биологическая эволюция человека продолжается в социальном отношении. Изменяются мораль общества, этические нормы поведения, мировоззрение. Сегодня экстракорпоральное оплодотворение стало распространённым и воспринимается как естественное. Культивация (а на самом деле просто выкармливание) эмбрионов в боксах до физически завершённых организмов без важнейших для будущей жизни процессов взаимодействия и общения с матерью уже поставлена в повестку дня.

Генетические изменения эмбрионов, при всей непредсказуемости их последствий через поколения, тоже могут получить признание. Таких «генетиков» с нанопинцетами в лабораториях мира уже много. Копившиеся десятилетия негативные демографические последствия односторонних предпочтений пола детей в странах с высокой рождаемостью и низкими уровнями доходов, искусственные ограничения рождаемости должны быть осознаны.

Дешёвые генетические технологии дают иллюзию надёжного зачатия детей, способных развиваться в высокоинтеллектуальных людей. Возможное на начальном этапе расслоение населения на тех, кто примет такой путь и кто отвергнет его, в будущем довольно быстро может исчезнуть в связи с размыванием этических норм, как декларируется, ввиду высокой успеваемости в школе, университете, профессиональной успешности, высокого уровня доходов, удовлетворения других базовых потребностей.

Повышение интеллектуального уровня граждан какой-либо страны изменит баланс различных геополитических сил. Можно полагать, что более «умная» нация будет располагать совершенным вооружением, умением определять цели и методы его применения. Появится желание создавать совершенных солдат, и это вызовет гонку вооружений в когнитивно-физической сфере человека, искусственно переведёт его из класса млекопитающих (*mammillae*) в неестественно возникший совершенно необычный для прошлого класс «технородящих» (*artificial burning*).

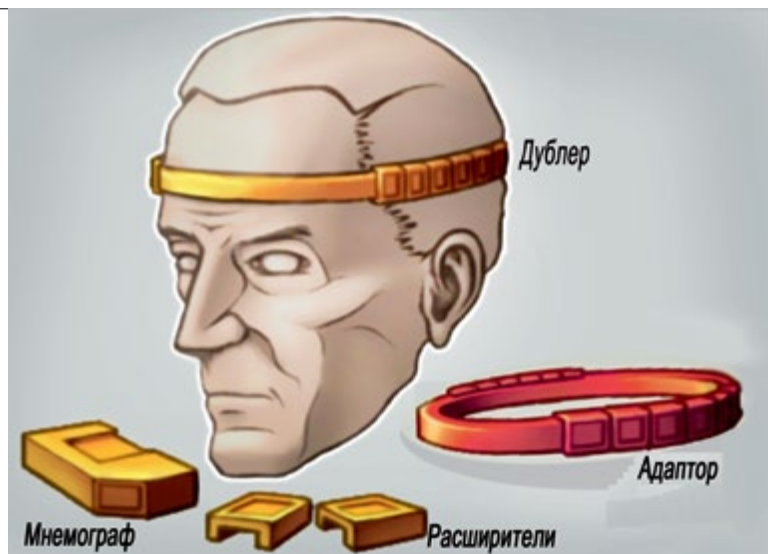
Такой негативный сценарий радикально изменит наш мир, который с помощью традиционных технологий уже превращён во «вторую природу». Изменение внутренней среды и суть человека не выразить никакой метафорой типа «ящик Пандоры» или «новый Армагеддон». Говорить в рамках рассматриваемого пути о создании искусственного интеллекта, подобного человеческому, будет бессмысленно.

БИОКИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Остаётся ещё один путь – создание биокибернетических систем (БКС), которые могли бы служить подспорьем человеку в мыслительных процессах. Их совокупность может стать экзокортексом. Кортекс – кора головного мозга, экзокортекс – условное определение внешней инфраструктуры, усиливающей функции мозга, как долгое время это выполняли карандаш, бумага, калькулятор и тому подобное.

Уже существуют представления о функциях, структурных элементах экзокортекса (рисунок):

- дублёры – модули, функционально не отличающиеся от обычных отделов мозга, для снижения нагрузки на нейроны;
- расширители – устройства с внешними сенсорами или системами диагностики, дающие мозгу принципиально новые способности – от восприятия нестандартных сигналов, например цветов из невидимой части спектра, до эмуляции (имитации) требуемых свойств мышления одной системы средствами другой без потери функциональных возможностей и искажений результатов. Один из вариантов расширителей – это нейрофреймы (интерпретации реальных объектов в виде хранимых во внешней памяти пакетов знаний), которые могут использоваться для управления другими устройствами;
- мнемографы – в основном параллельные с мозгом блоки памяти, управляющие воспоминаниями с высоким быстродействием, точностью воспроизведения информации;
- адаптаторы – преобразователи поступающей информации в привычный или в другой вид, в мысленные образы (своего рода «переводчики») с функцией коррекции работы экзокортекса.



Сегодня уже используются устройства, облегчающие страдания людей с невротическими, психическими и другими расстройствами. Они позволяют, например, мысленно управлять набором букв на экране, синтезировать голос парализованного человека, снижать интенсивность и частоту приступов эпилепсии и многое другое.

Для анализа мыслительной деятельности людей применяются сканирующие устройства, томографы, вживляемые в мозг электроды. Наноиндустрия и микроэлектроника обеспечат в будущем массовое применение подобных устройств при болезнях, выполнении опасных, например военных, функций.

Фантасты, футурологи и учёные, заглядывая за горизонты развития технологий, предлагают для развития когнитивных функций человека шлемы с миниатюрным магниторезонансным томографом и процессором для распознавания мыслей и мгновенной передачи в машинных кодах на любые расстояния на другие устройства.

Сегодня мы видим отражение деятельности мозга: движение электрических зарядов, изменение химического состава крови и клеток, но пока не распознаём мысли. При массовом сравнении таких отражений (паттерн) с мыслями людей можно установить взаимосвязи и «расшифровать» мысли человека, передавать и принимать эту информацию без помощи звуков, жестов или письма.

Ожидаемо, что возникнет соблазн охвата подобными технологиями всех когнитив-

Представление об экзокортексе

ных и эмоциональных способностей человека. В такой БКС он получит способность входить в прямой нейрокомпьютерный интерфейс, чтобы использовать всю мощь машинных вычислений, идеально хранить и получать информацию практически неограниченных объёмов, с высокой скоростью и точностью выполнять расчёты и мгновенно передавать данные.

Существует мнение о том, что в БКС мозг человека будет превзойдён по всем характеристикам. Возникнет своего рода сильный искусственный интеллект. Появится возможность прямой передачи партнёрам своих неискажённых мыслей, образов, знаний, опыта. Следующие шаги – движение к планетарной мозговой сети Brain-net, в которой сложится глобальное взаимодействие всех людей...

У смелых человеческих мечтаний множество ограничений по законам природы, во всяком случае тех, которые открыты к настоящему времени. Отсутствуют материалы с необходимыми свойствами, существуют трудности при реализации перехода с лабораторного на производственный уровень, например, программируемых веществ, лазерного термоядерного синтеза или ввиду экономической нецелесообразности.

Ожидаются и другие трудности в развитии БКС. На современном этапе не преодолены значительные медицинские риски, сопровождающие внедрение чужеродных имплантов в мозг, – нарушение мозговой деятельности, кровоизлияния, инфекции. Кроме того, нет понимания путей непосредственного взаимодействия мозга и компьютера. Мозг имеет совсем иные, пока непознанные, методы хранения, представления, обработки и использования данных.

Генетические факторы, особенности физиологии, социокультурные условия, житейский опыт каждого из нас определили уникальные способы формирования и передачи смыслов. Смысловое значение информации в мозгу представлено не дискретными логическими массивами ячеек памяти компьютера, а ассоциативными образами. Они сочетают в себе информацию различных перекрывающихся и взаимозаменяемых зон коры головного мозга. По-видимому, для взаимопонимания одного человека другим информация подвергается сознательной и бессознательной декомпозиции, ассоциативному

представлению и переводится в некий символичный, не всегда универсальный язык.

Как всё-таки установить соответствие между группами нейронов двух людей, чтобы образы от одного человека могли переходить к другому?

Под вопросом остаётся и то, сможем ли мы на деле эффективно повысить уровень нашего интеллекта? Обеспечив доступ мозга к существенно большему объёму информации, мы можем столкнуться с ограничением скорости её обработки, которая, в свою очередь, зависит от скорости прохождения нервного импульса. В итоге придётся «апгрейдить» механизм такой обработки с учётом всех физиологических процессов организма.

Очевидно, что возможное в будущем создание нейроморфного интерфейса вновь радикально изменит сложившуюся систему межличностных отношений, моральных устоев и переформирует социокультурную среду, как это уже неоднократно происходило в давнем прошлом. Когда и как это будет, как изменимся мы сами? Готовы ли будут наши потомки и мы к такому преобразению?

Судя по обилию подобных вопросов, мы находимся в начале пути...

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассуждения об интеллекте неисчерпаемы, как мироздание. Великий Эйнштейн – наше всё, как и А.С. Пушкин, – однажды определил как бесконечные вещи в мире Вселенную и человеческую глупость. Но в первом он не был вполне уверен. При всей банальности человеческой глупости она субъективна и является проявлением некоторого свойства могучей силы и многогранности интеллекта. Понимая это его свойство, можно говорить и работать в многофакторном процессе создания антропоморфического «искусственного» интеллекта.

Скорее всего, новый интеллект не будет антропоморфическим...

Авторы отдают отчёт, что приведённые рассуждения не претендуют и не находятся на прямой линии маршрута движения к истине, надеются на критику и готовы к дискуссии по этим вопросам. ◆

Прокуратура на страже соблюдения трудовых прав граждан

В течение 2019 года Московской прокуратурой по надзору за исполнением законов на особорежимных объектах проведён ряд результативных проверок исполнения предприятиями и учреждениями оборонно-промышленного комплекса требований трудового законодательства, в частности – в сфере своевременной и полной оплаты труда.

В 2019 году специализированной прокуратурой изучены движения денежных средств по счетам двух предприятий, имевших задолженность по выплате заработной платы. В ходе проверок были выявлены нарушения требований закона.

Так, с расчётного счёта одного из них в период задолженности по заработной плате осуществлялось списание денежных средств на оплату штрафов за нарушение правил дорожного движения на сумму 3250,00 руб., оплату госпошлины за изменение регистрационных данных в связи с переходом права собственности автотранспортного средства на сумму 2850,00 руб., за услуги по личному страхованию на сумму 28 700,00 руб., а также за медицинские услуги на сумму 68 780,00 руб.

По данным фактам прокуратурой подготовлены и направлены два материала в следственные органы для организации осуществления уголовного преследования виновных должностных лиц по признакам преступлений, предусмотренных ч. 1 ст. 145.1 УК РФ, и возбуждено два уголовных дела.

В 2019 году специализированной прокуратурой в суды общей юрисдикции также были подготовлены и направлены три постановления о возбуждении дел об административных правонарушениях по ч. 7 ст. 5.27 КоАП РФ (невыплата или неполная выплата в установленный срок заработной платы, других выплат, осуществляемых в рамках трудовых отношений, совершённая лицом, ранее подвергнутым административному наказанию за аналогичное правонарушение) в отношении двух генеральных директоров поднадзорных предприятий и одного юридического лица. По результатам рассмотрения в судебном порядке подготовленных прокуратурой постановлений назначены наказания в виде административных штрафов.

Благодаря системной и целенаправленной работе прокуратуры в сфере соблюдения трудовых прав граждан в 2019 году оборонными предприятиями погашена задолженность по заработной плате в размере 166 035 тыс. руб.

АЛЛА КИРСАНОВА,
заместитель
московского прокурора
по надзору
за исполнением законов
на особорежимных
объектах

Прокурор разъясняет

Заработная плата (оплата труда работника) – вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы, а также компенсационные выплаты (доплаты и надбавки компенсационного характера, в том числе за работу в условиях, отклоняющихся от нормальных, работу в особых климатических условиях и на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, и иные выплаты компенсационного характера) и стимулирующие выплаты (доплаты и надбавки стимулирующего характера, премии и иные поощрительные выплаты).

При нарушении работодателем установленного срока соответственно выплаты заработной платы, оплаты отпуска, выплат при увольнении и (или) других выплат, причитающихся работнику, работодатель обязан выплатить их с уплатой процентов (денежной компенсации) в размере не ниже одной сто пятидесятой действующей в это время ключевой ставки Центрального банка Российской Федерации от не выплаченных в срок сумм за каждый день задержки, начиная со следующего дня после установленного срока выплаты по день фактического расчёта включительно. При неполной выплате в установленный срок заработной платы и (или) других выплат, причитающихся работнику, размер процентов (денежной компенсации) исчисляется из фактически не выплаченных в срок сумм.

Размер выплачиваемой работнику денежной компенсации может быть повышен коллективным договором, локальным нормативным актом или трудовым договором. Обязанность по выплате указанной денежной компенсации возникает независимо от наличия вины работодателя.

Указанные требования предусмотрены ст. 236 Трудового кодекса Российской Федерации.

Кроме того, за нарушение порядка и сроков выплаты заработной платы предусмотрена административная ответственность, предусмотренная частями 6 и 7 статьи 5.27 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях, и уголовная ответственность, предусмотренная статьёй 145.1 Уголовного кодекса Российской Федерации.

Работник, полагающий, что его право на вознаграждение за труд нарушено со стороны работодателя, вправе обратиться с заявлением в установленном порядке в Государственную инспекцию труда в г. Москве и органы прокуратуры г. Москвы. Кроме того, он может самостоятельно обратиться в суд для защиты нарушенных трудовых прав в порядке гражданского судопроизводства. ◆

Европейские истребители будущего

В начале 2017 года между Францией и Германией подписано соглашение о совместной разработке европейского истребителя будущего в рамках программы боевого воздушного комплекса FCAS (Future Combat Air System). Компании Airbus и Dassault Aviation преодолели долгие годы ожесточённой конкуренции и решили объединить усилия в создании этого авиакомплекса. Ожидается, что во франко-германском проекте Франция будет играть ведущую роль.

Проект евроистребителя станет основным в серии новых совместных программ, которые европейские правительства надеются инициировать для усиления своих позиций против набирающей силу и становящейся, по их убеждению, всё более агрессивной России, а также для остановки потока европейских денег, поступающих в казну США в качестве оплаты новых видов вооружений.

Лидеры европейской аэрокосмической отрасли отмечают, что защита суверенитета и промышленный потенциал континента находятся под угрозой из-за свободного потока оборонного экспорта США, в котором решающую роль играют многоцелевой ударный истребитель F-35 и система противовоздушной обороны «Пэтриот» (Patriot). Они считают, что проект истребителя по программе FCAS, затраты по которому, по их оценкам, составят 80 млрд евро (97 млрд долл.), – это невысокая цена для сохранения более значимых вещей.

«Это решающий шаг для обороны Европы», – заявила министр обороны Франции Ф. Парли (Florence Parly), дав зелёный свет совместной программе на берлинском авиасалоне ILA в апреле 2018 г. «Всего лишь за десять месяцев нам удалось сплотиться для реализации конкретного общего амбициозного проекта. Европа должна взять свою судьбу в собственные руки», – добавила она.

Первым шагом станут совместные исследования, прежде чем программа разработки сможет перейти к полётам демонстрационного образца в 2025 г. Опытный образец истребителя может быть создан в начале 2030-х гг., а первые боеготовые самолёты для замены истребителей Rafale фирмы Dassault Aviation и Typhoon консорциума Eurofighter должны поступить на вооружение в 2040-х годах.

Планируется создать совместное предприятие по разработке перспективного двигателя для нового истребителя, а формирование его бортового комплекса обороны и аппаратного информационного обеспечения уже находится на этапе исследований.

В настоящее время многие представители европейского ВПК призывают свои правительства к финансированию проекта. Так, руководство Airbus отмечает, что необходимо немедленно начать совместную работу, определив общий план действий, чтобы выдержать требования и сроки, которые будут заданы двумя странами.

Производители двигателей придерживаются того же мнения. Компания MTU Aero Engines начала лоббирование в Министерстве обороны Германии финансирования НИОКР. Они утверждают, что при завершении разработки технологий в середине 2020-х гг. финансирование должно начаться незамедлительно, чтобы обеспечить готовность двигателя к полёту опытного образца нового истребителя в начале 2030-х гг.

Технологии, предлагаемые MTU для силовой установки, включают режимы с переменным рабочим циклом, которые оптимизируют расход топлива и эффективность выполнения боевой задачи, аддитивное производство для изготовления элементов двигателя и его сервисную поддержку.

Намечается выбрать «бионический» подход к разработке конструкции двигателя, чтобы

ВЛАДИМИР ЧАБАНОВ,
начальник научно-информационного центра ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» («ГосНИИАС»), кандидат технических наук

ИРИНА СМЕРНОВА,
ведущий инженер «ГосНИИАС»



Рис. 1. Концепция истребителя NewFighter, разрабатываемого в программе FCAS (проект концерна Airbus Defence and Space)

наилучшим образом использовать возможности аддитивного производства при изготовлении его комплектующих. Рассматривается возможность разработки двигателя при одномоторной и двухмоторной конфигурации самолёта.

Франция берёт на себя лидирующую роль в программе, поскольку Германия уже возглавляет два других совместных проекта – разработку беспилотной воздушной системы Euro MALE и нового боевого танка. Кроме того, учитывается, что Франция – одна из немногих европейских стран, единолично производящих боевые самолёты (истребители «Мираж» и «Рафаль»).

Пока обе страны выражают желание видеть другие европейские государства в качестве участников программы. Существует мнение, что достигнутый ранее двумя сторонами значительный прогресс поможет избежать осложнений, которые имели место в ходе других многонациональных проектов («Еврофайтер» или A400M).

Возможно, к программе присоединится Испания, имеющая собственные планы в отношении будущего боевого самолёта. В частности, испанское правительство уже высказало намерение принять участие во франко-германском проекте разработки европейского истребителя следующего поколения, являющегося частью более широкой программы FCAS. Об этом в декабре 2018 г. главам военных ведомств Франции и Германии были направлены уведомления. В них предложено оформить участие в программе Испании подписанием протоколов о намерениях или трёхстороннего меморандума о взаимопонимании. При этом первоначальный взнос Испании в проект должен составить 25 млн евро.

Другие европейские оборонные компании пока выжидают. Шведская SAAB и итальянская

«Леонардо» раздумывают над тем, какую роль они могли бы сыграть. Великобритания и её крупнейший оборонный подрядчик BAE Systems также проявляют интерес, но любой возможный вклад в него со стороны британцев осложняется решением о выходе из Европейского союза. Например, Брексит стал фактором, тормозящим совместные разработки с Францией демонстрационного образца беспилотного боевого летательного аппарата.

В ноябре 2017 г. фирма Airbus Defence and Space обнародовала концепцию перспективного истребителя New Fighter («Нью Файтер»), представленную на рисунке 1. Этот пилотируемый истребитель должен стать основным элементом программы FCAS.

Предполагается, что результатом реализации программы FCAS станет создание семейства систем, состоящего из пилотируемых и беспилотных платформ, которые будут взаимодействовать между собой.

Хотя проектирование NewFighter находится на самом раннем этапе, разработчик уже объявил, что ключевыми элементами нового истребителя станут технологии малозаметности, быстрая передача данных управления и контроля, лазерное оружие, искусственный интеллект и обновляемое программное обеспечение. Всё это должно быть доступным и реально функционирующим. На перспективном самолёте предусматривается установка усовершенствованного набора датчиков, который позволит истребителю действовать в качестве «передового датчика» (forward sensor) в распределённой сети ISR (сбор информации, наблюдение и разведка), а также системы автоматического распознавания целей.

Необходимо учитывать, что может потребоваться разработка морской модификации истребителя будущего в качестве палубного самолёта французских авианосцев.

С учётом того, что программой FCAS предусматривается принятие на вооружение франко-германского истребителя будущего в сороковых годах нынешнего столетия, американский ударный истребитель F-35 практически становится безальтернативным боевым самолётом нового поколения на европейском рынке в ближайшие 25 лет.

ПРОЕКТ БУДУЩЕГО БРИТАНСКОГО ИСТРЕБИТЕЛЯ TEMPEST

Значимым конкурентом континентальной Европы в области создания европейского истребителя будущего выступает Великобритания.

На авиационно-космической выставке «Фарнборо-2018» руководство Министерства обороны Великобритании обнародовало концепцию долгосрочной стратегии в области боевой авиации, которая позволит сохранить промышленный потенциал и опыт разработки перспективных истребителей для использования после выхода из Европейского союза. Одновременно на выставке представили макет нового двухдвигательного малозаметного истребителя 6-го поколения с треугольным крылом, разрабатываемого в рамках проекта Tempest (рис. 2).

Стратегия предусматривает использование новых технологий и методов, таких как комплексное проектирование и быстрое прототипирование, кроме того, для снижения издержек необходимы новые технологии производства.

На разработку технологий для будущего истребителя предусматривается выделение порядка 2 млрд ф. ст. (2,6 млрд долл. США). Некоторые из разработок будут полностью финансироваться промышленными компаниями, но около половины необходимых средств будет выделено государством.

Примечательно, что ВВС Великобритании планируют иметь на вооружении такой самолёт шестого поколения наряду с истребителями F-35 фирмы Lockheed Martin и «Тайфун» концерна Eurofighter к 2035 г. В связи с этим Министерство обороны Великобритании создаёт специальную группу для реализации программ закупок боевых самолётов. Таким образом, предполагается, что реализация проекта по созданию этого истребителя опередит европейцев на пять лет.

Жёсткие сроки могут сделать британский проект более привлекательным для экспорта и совместных работ. Проект позволит создать британский истребитель примерно в те же сроки, что и другие истребители 6-го поколения, такие как перспективный американский истребитель нового поколения для завоевания превосходства в воздухе.



Рис. 2. Самолёт 6-го поколения FCAS («убийца» F-35)

Великобритания понимает, что не сможет самостоятельно реализовать новый проект. Новая стратегия в области боевой авиации содержит более 80 обоснований необходимости привлечения зарубежных партнёров к реализации проекта, что позволит достичь военно-политических целей при разумных расходах.

Британская промышленность ведёт разработку технологий для будущего истребителя уже больше двух лет в рамках программы разработки технологий для будущего боевого самолёта FCAS TI (Future Combat Air System Technology Initiative). Его концепция представлена на рисунке 3.

Фирма BAE Systems проводит экспериментальные исследования в области адаптируемых отсеков для полезной нагрузки, перспективных материалов и новых подходов к разработке кабины экипажа, в том числе с применением технологии дополненной реальности. Компания вложила значительные средства в обеспечение киберустойчивости систем за счёт использования динамически реконфигурируемого

Рис. 3. Концепция будущего британского истребителя Tempest



программного обеспечения и распределённой архитектуры, затрудняющих взлом бортовых систем благодаря усложнению обнаружения местоположения элементов, отвечающих за выполнение той или иной функции.

Новый истребитель будет создан на основе перспективных технологий, в частности, технологии двигателя нового поколения, увеличивающего уровень энергоснабжения на борту, необходимого для применения оружия направленной энергии. Перспективное вооружение нового истребителя может включать гиперзвуковые ракеты и большое количество малогабаритных недорогих ракет залпового пуска, образующего «рой» ракет. Съёмные отсеки позволят размещать дополнительное топливо и оружие или даже расходимые БЛА для применения их в качестве постоянных ведомых или внешних сенсорных узлов. Истребитель может быть изготовлен в вариантах пилотируемого, беспилотного или опционально пилотируемого самолёта.

ПРОГРАММА АДАПТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ИСТРЕБИТЕЛЯ TEMPEST

Для фирмы Rolls-Royce проект будущего истребителя Tempest является одной из главных, вероятно, и единственной возможностью воплотить в жизнь в обозримом будущем весь комплекс разрабатываемых ею технологий двигателей для будущих боевых самолётов.

В этом проекте предусмотрена трёхконтурная адаптивная с изменяемым циклом архитектура. Она обеспечивает улучшенные боевые

характеристики истребителя и возможность переключения двигателя на режимы уменьшенного расхода топлива, что означает увеличение дальности полёта и боевого радиуса.

Третий контур представляет собой систему контролируемого отбора воздуха с отводами за компрессором низкого давления, от которого воздух поступает в наружный контур двигателя с высокой степенью двухконтурности. Компрессор низкого давления состоит из моноколеса вентилятора с широкохордными лопатками, двух низконапорных ступеней компрессора и двух ступеней турбины низкого давления. Вентилятор имеет допуск, предотвращающий искажение потока в воздухозаборнике, обусловленное его извилистым каналом, который обеспечивает низкий уровень демаскирующих признаков. Внутренний контур высокого давления включает пять ступеней компрессора высокого давления и одну ступень турбины высокого давления (рис. 4).

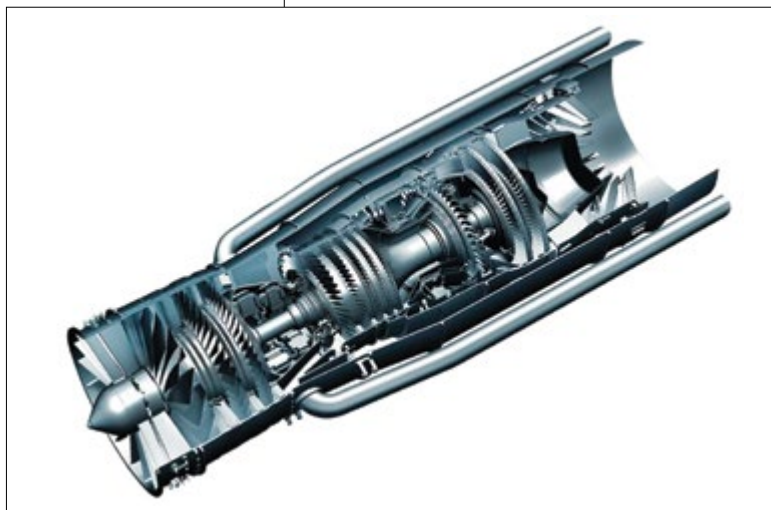
Главный инженер компании Rolls-Royce К. Бэнкс заявил, что самолёт Tempest получит не просто перспективную силовую установку, а перспективную энергосистему.

Помимо обеспечения непосредственно полёта самолёта она будет вырабатывать качественно иной уровень электроэнергии, необходимый для питания всех перспективных бортовых систем. Это означает, что терморегулирование станет ключевой задачей. Газовая турбина останется неотъемлемой частью будущей двигательной установки, поскольку ей нет равных с точки зрения удельной мощности, значение которой в дальнейшем планируется поднять на новый уровень.

Для обеспечения прочности и одновременного снижения массы конструкции важное значение будут иметь перспективные композиционные материалы, в частности титан, армированный карбидом кремния.

Что касается создания двигателя с элементами искусственного интеллекта и повышенным объёмом вырабатываемой электроэнергии, то компания Rolls-Royce планирует разместить два встроенных генератора в центре газовой турбины в виде неподвижно установленных магнитов на валу вращающейся газовой турбины, которые преобразуют кинетическую энергию в

Рис. 4. Адаптивный двигатель фирмы Rolls-Royce для истребителя 6-го поколения



электрическую. Они обеспечат электроэнергию, необходимую перспективным системам, в частности оружию направленной энергии.

В двигателе будут использованы перспективные технологии регулирования мощности и температуры, что является ключевым элементом для любых двигателей истребителей 6-го поколения, особенно для тех, которые должны одновременно обеспечивать малозаметность самолёта и работать в высокотемпературных режимах.

КОНЦЕПЦИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ КАБИНЫ ПИЛОТА ИСТРЕБИТЕЛЯ TEMPEST

Компания BAЕ Systems представила концепцию виртуальной кабины пилота для перспективного боевого самолёта 6-го поколения Tempest, которая предполагает почти полный отказ от приборов в кабине пилота в их привычном виде (рис. 5).

BAЕ Systems стремится упростить кабину истребителя завтрашнего дня, заменив обычные инструменты и элементы управления системой виртуальной реальности (специальным нашлемым индикатором). Эта «носимая кабина» будет использовать искусственный интеллект и технологию отслеживания взгляда, чтобы позволить лётчикам управлять своим самолётом, просто жестулируя либо направляя взгляд.

Вместо сложного набора циферблатов, сенсорных экранов, кнопок и ручек в интерьере истребителя 6-го поколения будут преобладать широкие пространства пустых пластиковых панелей с несколькими самыми важными индикаторами и элементами управления. Но это пока пилот не наденет шлем и не включит его.

После включения шлема через него на панели и фонарь кабины самолёта проецируются индикаторы и элементы управления, предназначенные для быстрого предоставления критической информации и максимально эффективного реагирования.

С точки зрения будущих концепций BAЕ Systems рассматривает вариант «носимой кабины», когда удаляются многие физические элементы кабины и заменяются виртуальным индикатором, проецируемым через шлем. По сути, это программная кабина, которую можно обновить, адаптировать и перенастроить.



Рис. 5. Концепция BAЕ Systems виртуальной кабины будущего истребителя Tempest

Представленный британцами концепт предполагает размещение в кабине пилота всего одного сенсорного многофункционального дисплея, который будет включаться лишь в случае отказа системы виртуальной реальности.

Руководители ряда европейских компаний считают, что проект Великобритании – это всего лишь демонстрация намерений, попытка добиться для себя лучших условий для участия во франко-германской программе, о которой в 2017 г. объявили президент Франции Э. Макрон и канцлер Германии А. Меркель. По мнению генерального директора фирмы Airbus Defence and Space Д. Хока, решение о реализации одновременно двух европейских программ нового истребителя не является рациональным. Генеральный директор консорциума «Еврофайтер» В. Палтзо высказал надежду на то, что европейские страны в итоге примут решение о реализации единого европейского проекта.

Такая ситуация заставила генерального директора фирмы Airbus Т. Эндерса выступить с предложением о создании единой европейской компании по разработке и производству боевых самолётов, аналогичной ракетостроительному концерну MBDA, что позволит европейским фирмам, объединив усилия, успешно конкурировать с США. Это первостепенная задача промышленности.

Однако для командования британских ВВС инициативы европейских стран не рассматриваются как убедительные. В Великобритании считают, что франко-германский самолёт не сможет удовлетворить строгим британским требованиям как в части характеристик, так и по срокам производства. ◆

Новостная лента

УСПЕШНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ «ХЕЦ-3» НА АЛЯСКЕ

Министерство обороны Израиля совместно с Агентством противоракетной обороны США (Missile Defense Agency – MDA) успешно завершили серию испытаний комплекса противоракетной обороны «Хец-3» («Стрела-3») на Аляске. Экспериментальная серия продемонстрировала способность перехватывать высотные цели за пределами атмосферы. Во время испытаний использовался американский радар AN/TPY2.

Глава правительства и министр обороны Израиля Биньямин Нетаньяху заявил, что испытания были успешными «за гранью воображения». Тот факт, что эксперимент проводился на Аляске, в десятках тысяч миль от Израиля, по мнению представителей Израиля, показывает, что «Стрела-3» успешно может противостоять любой угрозе в любом регионе мира.

Руководитель MDA адмирал Джон Хейл сказал: «Эта успешная серия испытаний является важной вехой в развитии системы ПРО. Мы стремимся помочь Израилю усовершенствовать национальные возможности в области противоракетной обороны с целью защиты себя и войск США, размещённых в регионе, от растущих угроз».

Основными подрядчиками работ по созданию системы вооружения и ракет-перехватчиков являются израильские компании «Томер», «Рафаэль», «Элбит Системс» (отвечает за системы управления стрельбой) и американская корпорация «Боинг».

Система оружия «Стрела» является ключевым компонентом многоуровневой обороны, разработкой которой руководит Министерство обороны Израиля.

Israel Hayom, July 28, 2019

РЕЛЬСОТРОН ПРОШЁЛ ИСПЫТАНИЯ НА РАКЕТНОМ ПОЛИГОНЕ «БЕЛЫЕ ПЕСКИ»

Специалисты Военно-морского центра из Порт-Уэнем (Naval Surface Warfare Center, Port Hueneme Division – NSWC PHD) на ракетном полигоне «Белые пески» (White Sands Missile Range – WSMR) по заказу Управления военно-морских исследований США (Office of Naval Research – ONR) провели последние испытания тактического демонстратора рельсовой электромагнитной пушки (Electromagnetic Railgun – EMRG), или, как её ещё называют, рельсотрона,

предназначенного для установки на надводных кораблях ВМС США.

На полигоне была испытана система питания и универсального крепления нового оружия – двух основных компонентов, которые в последние годы препятствовали созданию корабельного тактического демонстратора стоимостью в 500 млн долл.

Ранее в дополнительном заявлении о воздействии на окружающую среду ВМС сообщили, что EMRG будет тестироваться на борту корабля со стрельбой снарядами различных типов на северо-западе Тихого океана.

«Система заряжается в течение двух минут и срабатывает менее чем за одну секунду, – говорится в заявлении. – Она экранирована таким образом, чтобы не влиять на бортовые органы управления».

Сторонники этого оружия опасались, что изменение приоритетов бюджета будет препятствовать разработке тактического демонстратора. Однако в бюджетную заявку ВМС на 2020 год всё-таки включили дополнительно 7,6 млн долл. на продолжение исследований.

Task & Purpose, June 25, 2019

Электромагнитная
рельсовая пушка на
полигоне «Белые пески»



МИКРОВОЛНОВОЕ ОРУЖИЕ ДЛЯ БОРЬБЫ С ДРОНАМИ

Американские военные базы могут вскоре получить в своё распоряжение мощное микроволновое оружие, изготовленное в Нью-Мексико, для мгновенного уничтожения роев вражеских дронов.

Исследовательская лаборатория BBC на авиабазе в Киртланде представила оружие. Местные репортёры наблюдали за тем, как система без усилий сбивает парящий в небе беспилотник невидимой и неслышимой электромагнитной волной.

Система называется «Тактический высокопроизводительный микроволновый оперативный ответчик» (Tactical High Power Microwave Operational Responder – THOR). Новое оружие способно электромагнитным лучом блокировать управление беспилотным летательным аппаратом, отправив его по спирали на землю. По словам менеджера программы THOR Эмбера Андерсона, если бы в обширном пространстве THOR летало больше дронов, они бы тоже упали.

«Он работает, как фонарик, – сказал Андерсон после демонстрации. – Когда оператор нажимает кнопку, то всё, что находится внутри конуса луча от этого «фонарика», будет снесено. Это происходит в мгновение ока».

По словам Келли Хамметт, главы Директората по энергетическим вопросам AFRL в Альбукерке, AFRL построил машину за 18 месяцев, чтобы как можно быстрее передать её армии, учитывая



возрастающую военную угрозу от беспилотников. Система нацелена на защиту военных баз от атак нескольких беспилотников, которые BBC определили в качестве приоритета № 1 для появляющихся систем защиты «направленной энергии», или СВЧ и лазера. Это потому, что обычные средства защиты предлагают ограниченную защиту от роев входящих дронов. Например, снайперы или военные самолёты не могут уничтожить сразу 50 дронов, а THOR – может.

По словам Хамметта, AFRL потратил 15 млн долл. на разработку THOR. На его производство может потребоваться около 10 млн долл., если Министерство обороны США решит развернуть его.

Task & Purpose, June 21, 2019

Тактический высокопроизводительный микроволновый оперативный ответчик

«БОИНГ» МОДЕРНИЗИРУЕТ ВЕРТОЛЁТ СИЛ СПЕЦОПЕРАЦИЙ

Boeing модернизирует парк уникальных вертолётов А/МН-6 Little Bird, которые использовались силами специальных операций (special operations forces – SOF) Сухопутных войск США в рамках программы Mission Enhanced Little Bird (MELB). Он представляет собой лёгкий ударный вертолёт, разработанный в тесном сотрудничестве с операторами SOF.

Программа MELB охватывает модернизацию основных компонентов А/МН-6 Little Bird с целью повышения запаса прочности, контроля полёта и обновления кабины. Улучшенная машина

получила новые лопасти, более длинную хвостовую балку, новую заднюю коробку передач.

Новая конфигурация MELB в блоке 3.0 также обеспечивает способность летать на больших высотах, повышенную на 500 фунтов грузоподъёмность и улучшенную кабину с полной движущейся картой. Максимальный вес А/МН-6 увеличился с 2400 до 4700 фунтов.

Благодаря модернизации Boeing создаёт совершенно новую боевую машину, которая будет отвечать всем современным требованиям, предъявляемым командованием специальных операций.

Defence Blog, Aug 19, 2019



ФРАНЦИЯ, ГЕРМАНИЯ И ИСПАНИЯ ДАЛИ СТАРТ КРУПНЕЙШЕМУ В ЕВРОПЕ ОБОРОННОМУ ПРОЕКТУ

В рамках Парижского авиационно-космического салона в Ле-Бурже состоялось подписание рамочного соглашения о системе ведения боя в воздухе нового поколения. В церемонии участвовали министры обороны названных стран Урсула фон дер Ляйен, Флоранс Парли и Маргарита Роблес, а также президент Франции Эмманюэль Макрон.

Так называемая система ведения воздушного боя будущего (Future Combat Air System – FCAS) должна быть готова к боевому применению к 2040 году. Речь идёт не только об отдельных бо-

евых самолётах, а о целом комплексе, включающем сопровождающие отряды беспилотников, флагманские и патрульные самолёты, наземные станции и спутники. Весь комплекс систем должен обмениваться данными в режиме реального времени. Общая стоимость проекта оценивается в сумму до 50 млрд евро. Только на разработку концепции Германия и Франция выделяют по 32,5 млн евро. В рамках этого исследования до конца 2020 года предполагается составить детальный план того, что будет входить в новую систему.

Deutsche Welle, June 17, 2019

У КОРПУСА МОРСКОЙ ПЕХОТЫ США ПОЯВИЛИСЬ «КОГТИ»

Опытный образец оружия для уничтожения дронов теперь находится в руках морских пехотинцев. Компактная система лазерного оружия (Compact Laser Weapons System – CLaWS) – это первый наземный лазер, одобренный Министерством обороны США для применения во-

енными на земле. Аббревиатуру CLaWS можно прочитать ещё как «Когти».

«Это ответ на необходимость противодействовать беспилотным воздушным системам», – сказал Дон Келли, руководитель программы по наземным силам и средствам ПВО (Ground

Компактная система
лазерного оружия



Based Air Defense – GBAD) в офисе наземных систем вооружения при Корпусе морской пехоты США (Program Executive Officer Land Systems – PEO Land Systems).

В последние годы Министерство обороны оценило направленное энергетическое оружие, более известное как «лазеры», в качестве доступной альтернативы традиционной огневой мощи в борьбе с беспилотниками. «Коготь», вероятно, станет компонентом более глобальной системы, используемой для противодействия дронам.

«Мы предоставляем CLaWS морским пехотинцам в качестве быстрого прототипа для оценки, – сказал Келли. – В зависимости от результатов испытаний CLaWS может войти в состав многофункциональной системы».

Программа GBAD, управляемая в рамках портфеля PEO Land Systems, закупила прототип CLaWS через Консорциум технологий оборон-

ного вооружения (Defense Ordnance Technology Consortium – DOTC).

«На реализацию проекта потребовался один год, считая с момента, когда мы заключили контракт с DOTC, до завершения всех испытаний, обучения морских пехотинцев и подготовки систем к развёртыванию», – заявил подполковник Хо Ли (Lt. Col. Ho Lee), руководитель программы перспективных систем оружия (Future Weapons Systems) в PEO Land Systems.

*Marine Corps Systems Command,
June 19, 2019*

От редакции «РЭТ». Новость о прототипе CLaW появилась в связи с тем, что армия США заявляет, что планирует в течение следующих четырёх лет развернуть боевые лазеры и гиперзвуковые ракеты, чтобы противостоять российским или китайским дронам.

ГЕРМАНИЯ И НИДЕРЛАНДЫ СОЗДАДУТ ПЕРВЫЙ В МИРЕ СОВМЕСТНЫЙ ВОЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ

Министр обороны Германии Урсула фон дер Ляйен и министр обороны Нидерландов Анк Бийлевельд подписали соглашение о сотрудничестве в создании голландско-германского военного интернета Tactical Edge Networking (TEN).

Это первый случай, когда две страны объединяют части своей военной сети, и этот проект рассматривается в качестве теста для объединения военных сетей других членов НАТО в будущем. План состоит в том, чтобы члены НАТО совместно использовали военные сети, а новые и улучшенные совместные стандарты могли быть разработаны и развёрнуты во всех государствах Североатлантического альянса.

Штаб-квартира TEN будет находиться в Кобленце (Германия) и в Центре дизайна и опытных образцов в Амерсфорте (Нидерланды).

Для начала TEN объединит связи между наземными операциями немецкой армии (Digitization of Land-based Operations, D-LBO) и тактической коммуникационной программой FOXROT Министерства обороны Нидерландов.

Войска, действующие поверх сети TEN, будут использовать идентичные компьютеры, радиоприёмники, планшеты и телефоны независимо от страны происхождения.

Ожидается, что развёртывание TEN обойдётся обеим странам в миллионы евро.

Усилия Нидерландов и Германии по созданию совместного интернета являются противоположным подходом, применяемым изоляционистскими усилиями Китая и России. Китай объявил о планах разработки собственной операционной системы, которая заменит ОС Windows на компьютерах, используемых его вооружёнными силами. Россия также объявила о планах заменить Windows на собственный дистрибутив Linux под названием Astra Linux, сославшись на опасения, что Windows может скрывать бэкдоры (Backdoor) – дефект алгоритма, который намеренно встраивается в него разработчиком и может быть использован американской разведкой для слежки за действиями российского правительства.

ZDNet, June 28, 2019



HUNTINGTON INGALLS ЗАКЛЮЧИЛ КОНТРАКТ НА ПОДДЕРЖКУ ОПЕРАТИВНОГО АВИАНОСНОГО ФЛОТА США

По данным Министерства обороны США, судостроительная компания Huntington Ingalls Industries заключила контракт на 30,8 млн долл. с командованием ВМС США на проектирование, техническое и конструкторское

сопровождение и поддержку оперативного авианосного флота.

Контракт предусматривает инженерно-техническое сопровождение атомных авианосцев классов Gerald R. Ford и Nimitz.

Контракт включает в себя опционы, которые в случае исполнения увеличат стоимость работ до 129 млн долл. США. Его исполнение рассчитано до сентября 2023 года.

Defence Blog, Sep 27, 2019

NASA ПРИСТУПИЛО К СБОРКЕ СВЕРХТИХОГО САМОЛЁТА X-59

Этот «четырёхпозиционный» вид бесшумного демонстратора технологии SuperSonic X-59 содержит технические характеристики пилотируемого автомобиля, который строит Lockheed Martin Skunk Works.

X-59 Quiet SuperSonic Technology, или QueSST, – экспериментальный самолёт НАСА, он не будет коммерческим авиалайнером для перевозки пассажиров. Его уникальная форма и набор технологий уменьшают громкость звукового удара, достигающего земли, до уровня мягкого удара, а стреловидное крыло шириной 8,99 м должно позволить легко перемещаться в воздухе, изящно маневрируя.

Тщательно разработанные детали крыла весной 2019 года прибыли на производственный объект Lockheed Martin в Палмдейл, штат Калифорния, где собирают QueSST X-59. Его первый полёт запланирован на 2021 год.

Испытания X-59 пройдут в Лётно-исследовательском центре имени Армстронга, располо-

женном на территории авиационной базы ВВС США Эдвардс в штате Калифорния.

«Я доволен прогрессом, которого мы добиваемся, и рад тому, что самолёт начинает собираться вместе», – сказал Крейг Николь, менеджер проекта НАСА по демонстрации полётов на малой высоте.

X-59 – это первенец нового поколения тихих сверхзвуковых самолётов, которые могут значительно сократить время грузовых перевозок внутри США и в другие страны. Существующие ограничения позволяют коммерческим сверхзвуковым самолётам летать только над океаном из-за разрушительного звукового удара, слышимого людьми на земле. НАСА хочет доказать, что новые летательные аппараты могут летать и над сушей, не беспокоя людей, что может привести к изменению правил полётов.

Крыло X-59 позволит ему подниматься на высоту более 16 тыс. м и развивать скорость в 1,4 раза больше скорости звука, или свыше 1500 км в час. Отличительными особенностями X-59 являются также его длинный нос, установленный сверху двигатель и уникальная аппаратура контроля местоположения и силы ударных волн.

Ударные волны от поверхностей самолёта – главный виновник раздражающего звукового шума, который может поразить людей и животных на земле. Дизайн X-59 предотвращает слияние ударных волн. Звук от него будет глухим и едва слышимым на земле. Производители воздушных судов могут включить технологии подавления звукового удара, разработанные для X-59, в будущие конструкции коммерческих сверхзвуковых самолётов.

NASA, June 20, 2019

Экспериментальный самолёт X-59





EURASIA '20
AIRSHOW

АВИАШОУ «ЕВРАЗИЯ»

22-26
АПРЕЛЯ
2020

АНТАЛИЯ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
АЭРОПОРТ
ТУРЦИЯ

**МЫ
ПОДНИМАЕМСЯ
ВМЕСТЕ**

ОРГАНИЗАТОР

capital
exhibition

eurasiaairshow.com



РЕКЛАМА



Акционерное общество «Концерн Радиоэлектронные технологии» (КРЭТ) – новый участник мирового рынка радиоэлектронных решений для государства и бизнеса с большим технологическим будущим и утвержденной стратегией долгосрочного развития. Концерн предлагает современные радиоэлектронные средства и комплексы, созданные на основе инновационных российских технологий для космоса, авиации, флота и сухопутных сил. Широкая линейка гражданских продуктов представляет КРЭТ в медицине, энергетике, транспорте и других сферах. Устойчивый рост и хорошие финансовые показатели укрепляют приверженность Концерна миссии по обеспечению глобальной безопасности в опоре на лучшие традиции российской школы радиоэлектроники. КРЭТ создан в 2009 году.

109240, Москва,
ул. Гончарная, д. 20/1, стр. 1
www.kret.com
e-mail: info@kret.com
тел.: +7 (495) 587 70 70