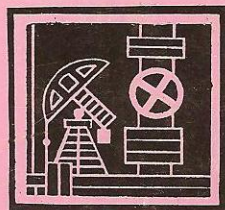




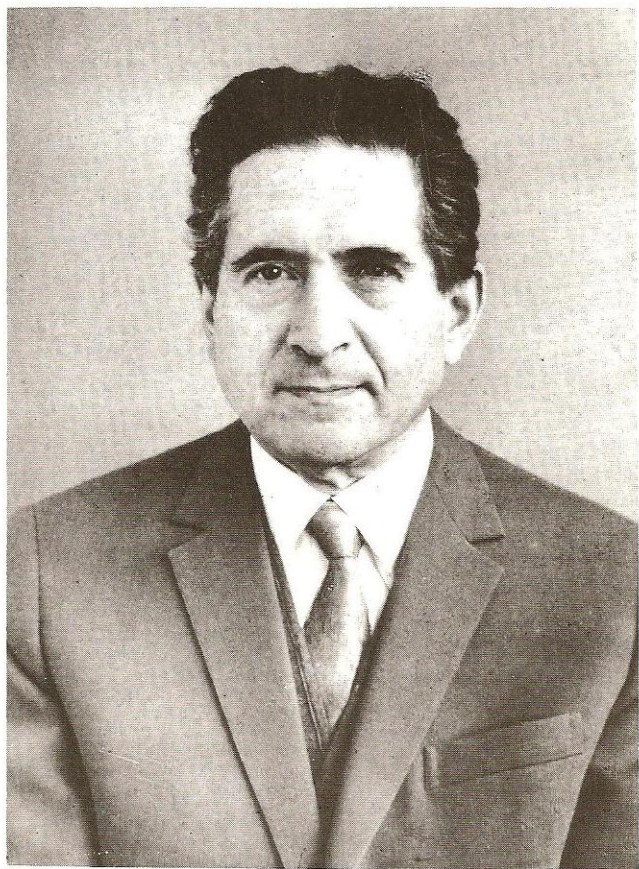
Выпуск 9

**ПРОФЕССОР**  
**Исаак Абрамович**  
**ЧАРНЫЙ**  
**1909-1967**

ФАКУЛЬТЕТ  
РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ



Москва 1995



Исаак Абрамович Черный  
(1909—1967)

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ НЕФТИ И ГАЗА  
им. И. М. ГУБКИНА

---

---

И. М. АСТРАХАН, К. С. БАСНИЕВ, Г. И. БАРЕНБЛАТТ,  
Г. Д. РОЗЕНБЕРГ

ПРОФЕССОР

**И. А. ЧАРНЫЙ**

(1909—1967)

Музей истории нефтегазовых  
организаций и предприятий  
РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина  
Инв. № \_\_\_\_\_

Москва 1995



Астрахан И. М., Басниев К. С., Баренблатт Г. И., Розенберг Г. Д. Профессор И. А. Чарный (1909-1967). М.: Нефть и газ, 1995.— 39 с. (Серия: Выдающиеся ученые ГАНГ им. И. М. Губкина. Вып. 9).

Очерк посвящен жизни и творческой деятельности выдающегося ученого-гидромеханика И. А. Чарного. Творческие интересы И. А. Чарного в течение всей его жизни были тесно связаны с решением задач в области неустановившегося движения жидкости по трубам, с фундаментальными исследованиями в области подземной гидромеханики, результаты которых нашли широкое практическое применение при разработке нефтяных и газовых месторождений, с созданием теории использования горизонтальных и пологозалегающих водоносных пластов для подземных хранилищ газа.

Приведен список основных трудов, написанных И. А. Чарным в различные периоды его творческой деятельности.

Для студентов, аспирантов и широкого круга специалистов, занимающихся гидромеханикой.

**Редакционная коллегия  
серии «Выдающиеся ученые ГАНГ им. И. М. Губкина»**

*А. И. Владимиров  
Т. Д. Гулякевич  
В. Ф. Дунаев  
С. В. Мещеряков  
И. Т. Мищенко  
В. Е. Попадько  
А. Д. Прохоров  
С. А. Серкерев  
О. И. Стеклов  
В. С. Шейнбаум*

*Редактор серии — проф. И. Г. Фукс*



## КРАТКИЙ ОЧЕРК ЖИЗНИ И ТВОРЧЕСТВА И. А. ЧАРНОГО

Исаак Абрамович Чарный... Судьба не дала ему возможности пожать плоды своих трудов, а им было посеяно так много!

Исаак Абрамович родился 16 сентября 1909 г. в г. Гомеле в интеллигентной семье. Его отец, Абрам Соломонович Чарный, был крупным инженером-электротехником. Еще до революции ему предложили профессию, но по регламентации, существовавшей в тогдашней, царской России, это было невозможно без обряда крещения, на который он не согласился.

Мать Исаака Абрамовича, Анна Вениаминовна, была по профессии зубным врачом, однако рано оставила практику, всецело отдав себя семье. Ум и доброта сочетались в ней с твердостью характера, она умело и уверенно направляла семейную ладью. Сын относился к ней с особой любовью и сильно горевал, когда ее не стало. Семья была дружной и прочной, с твердыми нравственными правилами. Исаак Абрамович любил своих родителей, брата и сестру и горячо переживал все события их жизни.

Исаак Абрамович получил прекрасное домашнее воспитание. Социальное положение помешало ему в то время поступить в университет сразу после школы. Поэтому вначале он закончил техникум и некоторое время работал слесарем на заводе, о чем впоследствии часто вспоминал и любил рассказывать своим ученикам.

В 1927 г. Чарный поступил на физико-математический факультет Московского университета и окончил его в 1931 г. В одно время с ним учились будущие выдающиеся ученые, в частности М. В. Келдыш, впоследствии Президент АН СССР; из более близких к нему — известные физики С. Л. Мандельштам, С. М. Рытов и др.

Исаак Абрамович пользовался любовью товарищей-студентов, которые дали ему ласковое прозвище «Изя-чайник», со многими из них он сохранил дружеские отношения до конца своих дней.

Еще до окончания университета, в 1929 г., произошло событие,



навсегда определившее путь Чарного в науке, — он вошел в круг учеников Л. С. Лейбензона и стал работать по его предложению в Московском нефтяном институте. Здесь Исаак Абрамович в 1940 г. стал профессором, пережил тяжелую эвакуацию, в 1943 г. возглавил кафедру теоретической механики и гидравлики. В 1946 г. в связи с переходом в МНИ проф. В. Н. Щелкачева кафедра была разделена, и Исаак Абрамович возглавил вновь созданную кафедру общей и подземной гидравлики, впоследствии переименованную в кафедру нефтегазовой и подземной гидромеханики. Исаак Абрамович высоко ценил свое положение профессора Нефтяного института и гордился им, он не раз отклонял весьма лестные предложения о переходе на другую работу. Параллельно он длительное время работал в гидродинамической лаборатории ЭНИН, которая затем была переведена в институт механики АН СССР.

Как и его учитель Л. С. Лейбензон, Исаак Абрамович принадлежал к весьма примечательному типу ученых, сложившемуся в последние десятилетия. До этого инженерное искусство и математическая механика существовали более или менее обособленно — в их связи не было особой необходимости. Бурное развитие техники, появление технических проблем общегосударственного значения повысили требования к инженерному труду и сделали их крайне разнообразными. Понадобились гораздо более детальное понимание явлений, возникающих при работе тех или иных сооружений, и умение более тонкого расчета (именно расчета настоящих изделий, а не воображаемых упрощенных схем). Это вызвало повсеместную необходимость привлечения к практической работе механиков-теоретиков высокого класса, обладавших совершенной математической подготовкой, в качестве не только консультантов, но и полноправных участников дела, активно действующих на всех его этапах.

Может быть, одним из первых ученых такого типа был лорд Кельвин, однако эта тенденция была впервые сформулирована в Германии Феликсом Клейном; плеяда европейских ученых — Л. Прандтль, Т. фон Карман, Р. фон Мизес и их последователи — сделала значительный вклад в реализацию этой идеи. Россия внесла достойную лепту в формирование этого направления трудами таких ученых, как Н. Е. Жуковский, С. А. Чаплыгин, А. Н. Крылов, Л. С. Лейбензон, С. П. Тимошенко. Это было впоследствии оценено — достаточно сказать, что С. П. Тимошенко, переехав в США и перенеся на американскую почву традиции русской школы подготовки инженеров, удостоился высших степеней признания в



американской науке, хотя его вклад собственно в науку в эмиграции совершенно незначителен.

В русской, а затем и в советской нефтяной и газовой науке роль такого реформатора сыграл ближайший ученик и воспитанник Н. Е. Жуковского, профессор и впоследствии академик Леонид Самойлович Лейбензон. Следует ясно представить себе преодоленные им трудности. Достаточно сказать, что не существовало журнала, где можно было бы печатать первые теоретические статьи по механике нефти и газа. Подавляющее большинство влиятельных инженеров отрицало необходимость публикации таких работ в технических журналах; более того, например, в шрифтах тогдашнего «Азербайджанского нефтяного хозяйства» не было математических символов интеграла, суммы и т. д., и их приходилось изготавливать кустарно\*. Нужны были громадная мощь ученого, убежденность в своей правоте, неистощимое трудолюбие, такт и терпение, чтобы все это преодолеть. Леонид Самойлович все это совершил, и его имя будет жить вечно, пока существует наша нефтяная наука.

Исаак Абрамович принадлежал к следующему поколению этой когорты. Почва была отчасти подготовлена, он и его товарищи уже «стояли на плечах гигантов», но и собственные задачи, выпавшие на долю этого поколения, были гигантскими.

При всем разнообразии научного наследия И. А. Чарного в нем можно выделить четыре основных направления: тепловые задачи, неустановившееся движение жидкости по трубам, теория фильтрации, подземное хранение газа.

Первые крупные работы Исаака Абрамовича были связаны с развитием традиционной для Н. Е. Жуковского и Л. С. Лейбензона тематики — теорией неустановившихся движений сжимаемой вязкой жидкости в трубопроводах.

Для оценки того, что сделано И. А. Чарным в теории неустановившегося движения жидкости по трубам, необходимо хотя бы кратко остановиться на истории вопроса. В последней четверти XIX века были выполнены отдельные работы по определению скорости звука в трубах (Резаль, Кортевег, Громека, Ламб). Обширные экспериментальные исследования гидравлического удара были проведены Карпентером. Однако все эти работы носили разрозненный характер.

\* Здесь следует вспомнить добрым словом редактора «Азербайджанского нефтяного хозяйства» Николая Андреевича Товстоногова. Не будучи специалистом-механиком, он проявил удивительную прозорливость и добился публикации работ Л. С. Лейбензона, отвечая на все возражения словами «я не понимаю того, что там написано, но чувствую, что это чрезвычайно важно». Н. А. Товстоногов бесследно исчез в 1937 г., его племянник Г. А. Товстоногов — известный театральный режиссер.



В 1899 году в Бюллетенях Политехнического общества была опубликована статья Н. Е. Жуковского «О гидравлическом ударе в водопроводных трубах». В этой работе выведены уравнения одномерного неустановившегося движения идеальной слабосжимаемой жидкости по трубам.

Там же выводятся формулы для определения скорости звука и повышения давления при гидравлическом ударе — знаменитая формула Жуковского. Работа Н. Е. Жуковского, ставшая классической, послужила началом большого количества исследований по неустановившемуся напорному течению сжимаемых жидкостей в упругих трубах.

В последующие годы появились работы, в которых в той или иной мере учитывалось влияние гидравлических потерь на неустановившееся движение жидкости, т. е. эффекты, связанные с ее вязкостью. Все эти исследования объединены общей идеей: учет вязкости с помощью тех или иных поправок, вводимых в решения, полученных для напорного неустановившегося течения идеальной жидкости.

Проблема учета сил трения непосредственно в уравнениях напорного движения вязкой слабосжимаемой жидкости была решена А. И. Чарным. Для малых дозвуковых скоростей им были получены уравнения движения в виде

$$-\frac{\partial p}{\partial t} = \rho c^2 \frac{\partial w}{\partial x}, \quad -\frac{\partial p}{\partial x} = \rho \frac{\partial w}{\partial t} - \frac{\tau}{\delta}, \quad (1)$$

где  $w$  — средняя в сечении скорость течения жидкости;  $\tau$  — касательное напряжение на стенке трубы;  $\delta$  — гидравлический радиус;  $p$  — давление жидкости;  $\rho$  — ее плотность;  $c$  — скорость звука в трубе;  $x$  — координата;  $t$  — время.

Система уравнений (1) содержит три неизвестных:  $p$ ,  $w$ ,  $\tau$ , т. е. является незамкнутой. Для ее замыкания автор использовал гипотезу квазистационарности, предложенную С. А. Христиановичем и заключающуюся в предположении: напряжение трения на стенках трубопровода при неустановившемся течении зависит только от мгновенной средней в сечении скорости течения жидкости, и эта зависимость имеет тот же вид, что и при установившемся движении.

И. А. Чарный, по-видимому, сам понимал слабые стороны предложенной гипотезы. В своей книге «Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах» он пишет: «Строгое обоснование этого допущения весьма затруднительно, и оправдывается оно, в общем, удовлетворительным согласием теории и опыта».

Впоследствии Чарным и его учениками было показано, что в общем случае гипотеза квазистационарности неверна и имеет лишь ограниченное применение. Однако для относительно медленных процессов, а также в тех случаях, когда требуется определить максимальное повышение давления, а закон нарастания давления во времени не имеет особого значения, эта гипотеза вполне применима для выполнения инженерных расчетов.

С помощью известного соотношения

$$\tau = -\frac{\lambda}{8} \rho w^2,$$

где  $\lambda$  — коэффициент гидравлического сопротивления в формуле Дарси-Вейсбаха, уравнения (1) были преобразованы.

Для того чтобы иметь возможность получать аналитические решения, И. А. Чарный линеаризовал нелинейный член в полученных уравнениях. Последующие расчеты показали, что если колебания скорости не слишком велики, то такая линеаризация вполне допустима.

Окончательно уравнения неустановившегося движения слабожимаемой жидкости по трубам И. А. Чарный представил в виде

$$-\frac{\partial p}{\partial t} = \rho c^2 \frac{\partial w}{\partial x}, \quad -\frac{\partial p}{\partial x} = \rho \left( \frac{\partial w}{\partial t} + 2aw \right). \quad (2)$$

Им же были указаны некоторые способы вычисления коэффициента  $2a$ .

Для неустановившегося движения газа были получены аналогичные уравнения.

Уравнения (2) И. А. Чарного широко используются и в зарубежной литературе, однако, как правило, без упоминания имени автора.

Линеаризованные уравнения (2) были использованы И. А. Чарным для решения ряда практических задач, что характерно для его творчества.

К важнейшим из рассмотренных вопросов относятся гидравлический удар в простом и разветвленном трубопроводах, неустановившееся движение в длинных трубо- и газопроводах с большим затуханием, случаи малого затухания, пусковые режимы насосных установок, расчет гасителей колебаний. Специально изучены случаи периодических колебаний и в связи с этим задачи о наддуве поршневых компрессоров и двигателей внутреннего сгорания,



совместная работа поршневых и центробежных компрессоров и ряд других проблем.

Рассмотрению всех этих вопросов присущи общие черты: практическая значимость, использование разумных оценок для упрощения полученных решений, сопоставление теоретических результатов (там, где это возможно) с экспериментом.

Уравнения (2) были использованы и для решения задач, не имеющих прямого отношения к движению жидкостей в трубах, таких, как вибрация щитовых затворов гидротехнических сооружений и колебания штанг глубинных насосов.

Чарный решил большое количество разнообразных технических задач, связанных с системой уравнений (2), их изложение можно найти в его монографии, вышедшей в 1951 г. и впоследствии переизданной с обстоятельным комментарием Г. Д. Розенберга. Поучительно, как это все сделано. Дело здесь не столько в идее, она достаточно проста, если говорить о математической стороне вопроса. Важно, что получили исчерпывающее решение многообразные технические задачи, на самом деле нужные; причем условия применимости предложенного приближенного подхода всякий раз тщательно анализировались; обсуждались также оптимальные варианты линеаризации, в возможных случаях проведено тщательное сопоставление с экспериментом. В результате получилась весьма полная инженерная теория для важного класса практических задач, постоянно применяемая и в настоящее время. Следует отметить, что аналогичная схема была параллельно развита Чарным для газопроводов. С этой проблематикой был связан также ряд гидротехнических задач; по ней он защитил кандидатскую и докторскую диссертации; немало работ в этом направлении выполнили впоследствии его ученики.

При всем интересе и важности этих работ они не были главным делом Исаака Абрамовича. Эта тематика занимала его основное время примерно до 1943 г.; параллельно он изучал некоторые задачи транспорта и хранения нефтепродуктов. Но уже близилась пора, когда И. А. Чарный займется одним из действительно главных дел своей жизни. В стране в это время открываются одно за другим новые крупные нефтяные месторождения и встает необходимость рациональной их разработки. В 1940 г. А. П. Крылов, М. М. Глоговский и Б. Б. Лапук выдвигают новый, «комплексный» принцип разработки, основанный на идее применения для рациональной разработки синтеза различных наук, в том числе подземной гидродинамики. В конце 1942 г. в МНИ было создано возглавленное А. П. Крыловым проектно-исследовательское бюро (знаменитый ПИБ — прообраз будущего ВНИИнефтегаза), которому была



поручена практическая реализация этого принципа на конкретных объектах. При ПИБ начинает работать семинар, в котором активно участвуют П. Я. Полубаринова-Кочина, П. М. Белаш, М. М. Глогговский, Б. Б. Лапук и др. Признанным главным теоретиком ПИБ становится Исаак Абрамович. В 1944 г. возникает проблема, которой было суждено сыграть значительную роль в истории советской нефтяной науки и техники: открываются месторождения девонской нефти в Башкирии (Туймазы). Громадные запасы и огромная нефтеносная площадь делают этот район одним из богатейших месторождений мира. Вместе с тем становится ясным, что разработка этих месторождений обычными, принятыми до того времени методами отодвинет их освоение на многие десятки лет и потому невозможна.

Инженерами предлагается новое смелое решение — разрабатывать Туймазы с применением так называемого законтурного заводнения. Это потребовало развития принципиально новых методов расчета. Чарный откликнулся на эту проблему серией работ, посвященных расчету притока нефти к скважинам в залежах различной формы, наивыгоднейшей расстановке скважин в пластах, расчету сроков обводнения скважин, а также расчету нагнетательных скважин и т.д.

Работа над схемой разработки Башкирских месторождений изобилвала многими событиями, подчас драматическими. Так, например, случилось, что первая нагнетательная скважина совершенно не приняла воду. Отчаянная телеграмма из Туймазов многих привела в смятение; нашлись люди, утверждавшие («Мы это всегда говорили!»), что она и не могла принять воду, так как для этого необходимы громадные давления, способные преодолеть чудовищную инерцию миллионов тонн окружающей воды. А. П. Крылов срочно выехал в Туймазы и со свойственной ему тщательностью проследил весь путь воды от источника до скважины. Выяснилось, что подкисление усердными химиками воды привело к коррозии скважины и образовавшаяся ржавчина закрыла поры. Когда скважину очистили и воду перестали окислять, скважина приняла воду точно по расчету!

Эта работа была серьезным испытанием и школой для ученых; она завершилась успешно и получила признание: И. А. Чарному и его товарищам (А. П. Крылову, М. Ф. Мирчинку, М. М. Глогговскому и Н. М. Николаевскому) присуждается Сталинская премия в 1949 г. А. П. Крылов стал после этого особенно близок Исааку Абрамовичу; он говорил иногда: «Если мне будет нечего делать, пойду к Петровичу и попрошу задачу».



Так Исаак Абрамович вошел в нефтяную подземную гидродинамику, которая стала с тех пор его главным делом до конца жизни.

Подземная гидродинамика, или теория фильтрации, является своеобразным разделом механики. Она не связана с военными отраслями промышленности и поэтому исторически считалась некоей «провинцией» механики. Но те, кто ею занимался, знают, что она обладает особой и неповторимой отчетливостью. Дело в том, что в механике на самом деле — совсем немного фундаментальных идей. Так вот, в теории фильтрации находят реализацию практически все основные идеи, высказанные в различных разделах механики сплошных сред — от теории пограничного слоя до газовой динамики и теории волн, причем реализацию, всегда более непосредственную и лишенную портящих картину побочных обстоятельств, нежели в тех областях, где они были первоначально придуманы.

Так, в теории пограничного слоя никому не придет в голову аппроксимировать профиль скоростей в слое линейным распределением — это слишком грубо. В теории нестационарной фильтрации, являющейся идейным аналогом задач пограничного слоя, подобная операция делается; распределение давлений в возмущенной области потока берется линейным, соответствующим стационарному. Такой метод называется методом последовательной смены стационарных состояний и, кстати, впервые был использован нашим соотечественником К. Э. Лембке в конце XIX века, когда идеи пограничного слоя еще не существовало. Чарному принадлежит превосходная работа, проясняющая и демонстрирующая возможности этого метода, после которой популярность и интерес к нему возросли. Последующие работы показали, что возможности этого метода и его естественных обобщений необычайно широки. Предполагаемое распределение давлений в возмущенной области, как оказалось, не обязано быть стационарным, а привлекаемые интегральные соотношения не сводятся к закону сохранения массы, и их число может быть как угодно велико.

Далее возьмем идею ударных волн в газовой динамике. В теории фильтрации аналогами волн являются скачки насыщенности при вытеснении несмешивающихся жидкостей, аналог тонкой структуры ударной волны — так называемая стабилизированная зона. Любопытно, что математическими моделями, на которых исследовалось развитие скачков уплотнения и их сглаживание благодаря вязкости и другим подобным факторам, были уравнения Баклея — Леверетта, Раппопорта — Лиса, имеющие прямую интерпретацию в теории фильтрации. Исаак Абрамович дал законченное фильтрационное



толкование распространения скачков в этой модели применительно к скачкам насыщенности при вытеснении одной жидкости другой.

К теории гравитационных волн близки задачи так называемого безнапорного фильтрационного движения, а также задачи о конусе подошвенных вод. Здесь мы подходим к одной из лучших теоретических работ И. А. Чарного.

Задача о конусе подошвенных вод ставится следующим образом. Скважина неполностью вскрывает пласт, заполненный частично нефтью, частично водой. Если скважина не работает, поверхность раздела нефть — вода горизонтальна, если начинает работать, на ней возникает под скважиной некоторое возвышение — конус подошвенных вод. Необходимо рассчитать возникающее фильтрационное течение с учетом подвижности границы раздела нефть — вода и определить предельно допустимый отбор, при котором еще не возникает прорыв воды в скважину. Аналогичная (но как бы обращенная) задача возникает при эксплуатации пласта с так называемой газовой шапкой. Интерес к этому явлению побудил Исаака Абрамовича детально ознакомиться с близкой областью безнапорных движений и подвергнуть ее тщательному анализу, что привело его к настоящему открытию, о котором следует рассказать подробнее.

В течение многих лет внимание механиков привлекали вопросы фильтрации в плотинах. Одна из немногих задач, получивших исчерпывающее точное решение в работах Б. Б. Девисона, Гамеля и П. Я. Полубариновой-Кочиной, — задача о прямоугольной перемычке. Осесимметричный аналог этой задачи до сих пор такого решения не имеет. Математическая трудность здесь связана с тем, что свободная поверхность воды упирается в нижний бьеф, подходит к срезу плотины в некоторой точке выше поверхности воды в нижнем бьефе и дальше идет вдоль этого среза до нижнего бьефа. В результате образуется — в полном соответствии с действительностью — так называемый промежуток высачивания. То же самое, разумеется, происходит и при безнапорном притоке к скважине. Для приближенного определения фильтрационного расхода  $q$ , согласно Дюпюи, поступали так: вводилось фиктивное непрерывное распределение напоров без промежутка высачивания, и скорость по каждой вертикали осреднялась. Тогда, в силу закона Дарси, поток

$$q = ch \frac{dh}{dx},$$

где  $c$  — коэффициент фильтрации; интегрируя от нуля до  $x = L$ , находим:



$$qL = \frac{c}{2}(h_0^2 - h_1^2). \quad (3)$$

В осесимметричном случае — аналогично. Эта формула Дюпюи поразительно совпала с результатами расчетов на различных аналоговых машинах и опытов, тогда как распределение напоров резко отличалось. Чарный понял, что это неслучайно (формула на самом деле является точной) и нашел исключительно простое доказательство, не опираясь на решение задачи, одновременно для плоского и осесимметричного случаев.

Теперь с полным основанием формула (3) называется формулой Дюпюи — Чарного. Аналогичный результат получается и для безнапорного притока к скважине.

Доказательство И. А. Чарного является, несомненно, одним из красивейших результатов в теории фильтрации вообще. Он показал, что успех здесь неслучаен, а основан на наличии найденного автором некоторого общего интегрального соотношения между расходом и фильтрационными потенциалами.

Эти идеи в сочетании с идеей трансформации потока в эквивалентный напорный помогли получить приближенную формулу для промежутка высачивания, верхнюю и нижнюю оценки для предельного дебита скважины при наличии конуса подошвенных вод и ряд других важных результатов.

При разработке нефтяных и газовых месторождений возникает принципиально важная обратная задача теории нестационарной фильтрации — задача определения параметров нефтеносных пластов. Для этого исследуют скважину при ее работе на существенно нестационарном режиме; вопрос заключается в том, как интерпретировать результаты этих исследований. Исааку Абрамовичу и его ученику И. Д. Умрихину принадлежит принципиально новый интегральный метод определения параметров, дающий возможность использования всей кривой изменения давления в остановленной скважине, а не только ее асимптоты и, что особенно важно, не требующий дифференцирования эмпирических кривых.

Нужно отметить еще одну принципиально важную работу Чарного, опубликованную в 1950 г. и получившую дальнейшее развитие. В ней обработкой данных промысловых измерений газовых скважин было показано, что фильтрация газа в области существенной депрессии не следует закону Дарси, а описывается квадратичным законом фильтрации — движение газа при скоростях, характерных для газовых скважин, уже не является безынерционным. Следующий важный шаг в этом направлении — истолкование



коэффициента при квадратичном члене — был сделан Е. М. Минским.

В последние годы интересы Исаака Абрамовича были связаны с новой важной практической проблемой — хранением газа. Раньше считалось, что для газохранилищ годятся только куполообразные структуры: предполагалось, что из горизонтального или пологого пласта газ уйдет. Исаак Абрамович понял, что коль скоро речь идет не о геологических временах, а об ограниченных промежутках времени, это не так, и поэтому газ можно хранить в природных газохранилищах — в горизонтально- и пологопадающих пластах вблизи потребителей. Он возглавил большую бригаду инженеров, поставивших своей целью создание такого хранилища. Газохранилище в Гатчине под Ленинградом было первым в мире действующим хранилищем подобного типа. Доклад Исаака Абрамовича на Международном газовом конгрессе летом 1967 г. о теоретических основах и имеющемся практическом опыте создания газохранилищ в горизонтальных и в пологопадающих пластах был последним аккордом его научной жизни; он имел большой успех и доставил Исааку Абрамовичу глубокое удовлетворение.

Подземные Гатчинское и Колпинское газохранилища под Санкт-Петербургом полностью подтвердили идеи И. А. Чарного. Эти хранилища, эксплуатирующиеся уже более четверти века, сыграли большую роль в обеспечении надежного снабжения газом такого крупного его потребителя, каким является Санкт-Петербург.

За период с 1932 по 1967 г. И. А. Чарный опубликовал 156 научных работ, среди которых два учебника и шесть монографий. Последняя его работа, написанная совместно с учениками, «Хранение газа в горизонтальных и пологозалегающих водоносных пластах» вышла в 1968 г. В 1975 г. была переиздана монография «Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах».

Исаак Абрамович с удовольствием вспоминал, что был в свое время самым молодым доктором и профессором Московского нефтяного института.

И. А. Чарный был прекрасным лектором и очень ответственно относился к своей работе преподавателя. Однажды, будучи на приеме у министра газовой промышленности А. К. Кортунова, Исаак Абрамович извинился за то, что вынужден прервать визит, поскольку опаздывает на лекцию. Реакция министра также была весьма примечательной. Обращаясь к своим сотрудникам, он сказал: «Учитесь, как надо относиться к своим служебным обязанностям».

За время работы в нашем институте И. А. Чарный читал курсы общей гидравлики, подземной гидравлики и газовой динамики, регулярно проводил студенческие научные семинары. Для двух



последних курсов им были написаны учебники: «Основы подземной гидравлики» (1956) и «Основы газовой динамики» (1961), в которых отражена специфика нефтегазовой отрасли. Эти книги пользуются до настоящего времени заслуженной популярностью. Регулярно проводил студенческие научные семинары.

В то же время Исаак Абрамович отчетливо видел недостатки системы массовой подготовки инженеров и осознавал необходимость привлечения к работе в нефтегазовой отрасли людей, имеющих углубленную физико-математическую подготовку. С этой целью им был прочитан курс подземной гидромеханики в МГУ, положенный в основу изданной в 1963 г. «Подземной гидрогазодинамики».

Еще в шестидесятых годах на страницах газеты «За кадры нефтяников» им был поднят вопрос о необходимости подготовки инженеров-исследователей в МИНГ. Эта идея была воплощена в 1983 г., когда на факультете разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений усилиями кафедр физики и нефтегазовой и подземной гидромеханики была создана специальность «Физические процессы горного и нефтегазового производства».

Много сил и внимания Чарный уделял работе с аспирантами. Среди его учеников 9 докторов и более 30 кандидатов наук.

На кафедре вместе с И. А. Чарным многие годы работали его ближайšie ученики и сотрудники: Ц. Т. Арустамова, Б. Б. Лапук, А. П. Юфин, М. В. Филинов, В. А. Евдокимова, А. Е. Евгеньев, А. М. Власов, И. Н. Кочина, Г. Д. Розенберг, И. М. Астрахан.

Исаак Абрамович был простым и обаятельным человеком, в равной мере приветливым к людям независимо от их положения. Его отличали внимание и терпимость к чужому мнению. Он любил молодежь, в особенности научную, его неизменно радовало, когда он находил новый талант среди студентов либо так или иначе соприкасающихся с ним людей. Он имел четкие симпатии и антипатии в науке и жизни и не скрывал их. В трудную для близкого человека минуту никогда не был равнодушным и многим оказал помощь и поддержку. Эти свойства привлекали к нему талантливую молодежь. Общаясь с ним, его ученики проявляли свои лучшие черты и имели все возможности для наиболее полного выявления своего дарования.

Он любил музыку и сам немного музицировал: всякий раз, слушая аллегretto из 7-й симфонии Бетховена, вспоминаем Исаака Абрамовича,— это было его любимое место. Было очень интересно наблюдать Исаака Абрамовича в семье: он любил в шутку подчеркивать свою подчиненность жене, Серафиме Ильиничне, с любовью и надеждой следил за занятиями детей. Ему доставляло



глубокое удовлетворение развитие научных интересов старшего сына и раннее пробуждение яркой математической одаренности младшего, получившего свое имя в честь Л. С. Лейбензона.

Хотелось бы отметить, что Серафима Ильинична многие годы преподавала французский язык в Московском нефтяном институте. Она была прекрасным преподавателем и воспитателем, ее с благодарностью вспоминают многочисленные ученики. Немало учеников Исаака Абрамовича было одновременно учениками и Серафимы Ильиничны.

Особое место в жизни Исаака Абрамовича занимали вечерние прогулки, совершаемые регулярно, в любую погоду. Он любил звать на такие прогулки друзей, особенно молодых. В непринужденной обстановке обсуждались различные вопросы — от последних политических новостей до литературных новинок.

И. А. Чарный был лауреатом Сталинской премии, имел орден Трудового Красного Знамени. К своим наградам он относился с удовлетворением и, что не менее важно, со спокойным достоинством воспринимал то, что иногда награды незаслуженно проходили мимо него. Все эти свойства прочно закрепили за ним уважение и любовь большинства людей, с которыми он соприкасался, в особенности профессоров, преподавателей, служащих и студентов Московского нефтяного института.

П. Л. Капица рассказывал, как в двадцатые годы присутствовал в Кембридже на собрании в честь Максвелла, бывшего одно время директором Кавендишской лаборатории. Выступали ученики Максвелла, естественно, глубокие старцы, и Капицу удивило, что в их воспоминаниях Максвелл получился необыкновенно возвышенным в великом и малом, начисто отрешенным даже от малейших человеческих слабостей. Он поделился своим впечатлением с Резерфордом, и тот сказал примерно следующее: «Хорошо, Капица, я поручаю прочесть мемориальную лекцию обо мне Вам, и тогда Вы покажете, как это нужно делать». Случилось так, что эта лекция в Королевском Обществе состоялась лишь в 1966 году, почти через 30 лет после смерти Резерфорда. И вот, когда П. Л. Капица произносил эту лекцию, он честно признался, что поступает так же, как те ученики Максвелла: за прошедшее время мелкие человеческие слабости исчезли и забылись, и мощный образ великого человека предстал перед его мысленным взором совершенно от них отрешенным.

Нечто подобное произошло и с нашими воспоминаниями. Но это и естественно: Исаак Абрамович был большим событием в науке и жизни. Боль от утраты старшего друга сочеталась у нас

с благодарностью судьбе за доставшуюся многообразную радость научного и личного общения с ним.

Жизнь Исаака Абрамовича Чарного оборвалась внезапно, 1 августа 1967 г.

Ученики И. А. Чарного и созданная им кафедра продолжают дело, выполняя заветы своего учителя. После кончины Чарного кафедру возглавляли его ученики — профессора А. П. Юфин и М. В. Филинов, к сожалению, безвременно ушедшие из жизни.

С 1982 г. кафедрой заведует профессор К. С. Басниев. По-прежнему на кафедре развиваются научные исследования по актуальным проблемам нефтегазовой и подземной гидромеханики.

В 1989 г. в связи с 80-летием Исаака Абрамовича Чарного был организован большой научный семинар, на котором ученики и последователи рассказали о дальнейшем развитии его педагогических и научных идей. Издан специальный сборник трудов семинара, посвященный памяти И. А. Чарного, в котором дается достаточно полная характеристика роли и значения его педагогического и научного наследия.

Первостепенное значение, как и прежде, придается исследованию фундаментальных основ нефтегазовой и подземной гидромеханики. На кафедре регулярно работают научные семинары. По инициативе кафедры создан и успешно функционирует Специализированный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций по механике жидкости и газа.

В декабре 1993 г. кафедра отметила 50-летие своего основания, в связи с чем также были организованы научные чтения.

На кафедре создано новое поколение учебников и учебных пособий, в значительной мере базирующихся на результатах исследований и педагогическом опыте выдающегося ученого и педагога Исаака Абрамовича Чарного.



## ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И. А. ЧАРНОГО

- 1909, 16 сентября — в г. Гомеле в семье инженера-электротехника родился Исаак Абрамович Чарный.
- 1916—1925 — учеба в школе.
- 1927—1931 — учеба на физико-математическом факультете Московского университета.
- 1929 — защита диссертации «О колебаниях давления при переменном движении жидкости в трубах» на соискание ученой степени кандидата технических наук.
- 1937 — у Исаака Абрамовича и его жены Серафимы Ильиничны родился сын, Вениамин.
- 1939 — защита докторской диссертации.
- 1940 — профессор МНИ.
- 1943 — заведующий кафедрой теоретической механики и гидравлики МНИ.
- 1946—1967 — заведующий кафедрой общей и подземной гидравлики, впоследствии переименованной в кафедру нефтегазовой и подземной гидромеханики.
- 1949 — И. А. Чарному присуждена Сталинская премия как одному из авторов фундаментального исследования «Научные основы разработки нефтяных месторождений».
- 1953 — родился второй сын, Леонид.

- 1954—1960 — читал лекции по подземной гидромеханике на механико-математическом факультете МГУ им. М. В. Ломоносова.
- 1955—1967 — по совместительству в Институте механики АН СССР.
- 1967, 1 августа — Исаак Абрамович Чарный скончался (похоронен на Востряковском кладбище).



СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

1932

1. Циркуляционный разогрев масел в вагонах-цистернах // Бюлл. Гос. научн.-исслед. нефтяного ин-та.— 1932.— Вып. 4.\*

1933

2. К вопросам о сроках слива вязких жидкостей из цистерн // Бюлл. Гос. научн.-исслед. нефтяного ин-та.— 1933.— Вып. 2.  
3. Расчет, сооружение и эксплуатация водозеркального подогрева.— Гостоптехиздат, 1933 (с соавторами).

1935

4. К расчету сливных лотков и каналов для равномерного движения вязкой жидкости при ламинарном режиме // Нефтяное хозяйство.— 1935.— № 7.— С. 73—82.  
5. Учет потерь энергии при радиальном движении вязкой жидкости между двумя параллельными дисками // Вестн. инж. и техн.— 1935.— № 3.— С. 165—168.

1936

6. Расчет сроков слива светлых нефтепродуктов из блока железнодорожных цистерн.— М.: Бензоскладстрой, 1936.  
7. Теоретическая гидромеханика: Сб. Гидротехнические сооружения.— Т. 2.— М.: Гострансиздат, 1936.— С. 9—86.

1938

8. К расчету камер, служащих для уменьшения колебаний давления при неустановившемся течении жидкости в трубах // Докл. АН СССР.— 1938.— Т. 19.— Вып. 6, 7.— С. 453—458.

\* В работах 1932—1933 гг. точное число страниц не указано в связи с отсутствием первоисточников в доступных для нас библиотеках.

9. К теории одномерного неустановившегося движения жидкости в трубах // Докл. АН СССР.— 1938.— Т. 18.— Вып. 1.— Стр. 11—16.

10. К теории одномерного неустановившегося движения жидкости в трубах и расчету воздушных колпаков и уравнильных башен // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1938.— № 6.— С. 59—82.

11. Распределение температуры, тепловой нагрузки и термических напряжений в радиантных трубах трубчатых нефтеперегонных печей // Нефтяное хозяйство.— 1938.— № 2.— С. 23—29.

12. Распределение температуры, тепловой нагрузки и термических напряжений в радиантных трубах трубчатых печей // ЖТФ.— 1938.— Т. 8.— Вып. 9.— С. 834—851.

### 1939

13. О колебаниях давления при переменном движении жидкости в трубах // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т. 1939.— Вып. 1.— С. 3—92.

14. Смешение нефтепродуктов в резервуарах // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1939.— С. 155—174 (совм. с С. Н. Обрядчиковым, А. С. Лебедевой).

### 1940

15. Исследование работы штанг глубоконасосных установок // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1940.— Вып. 2.— С. 129—136.

16. К вопросу об определении частоты собственных колебаний плотины на твердых и мягких грунтах // АН СССР. Изв. ин-та / Моск. энерг. ин-т.— 1940.— Т. 9.— С. 51—54.

17. О гидравлическом ударе вязкой жидкости в трубопроводе // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1940.— Вып. 2.— С. 197—198.

18. О сроках слива из цистерн // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1940.— Вып. 2.— С. 191—196.

19. Расчет скорости замораживания грунтов // Советский метрополитен.— 1940.— № 4.

20. Теоретическое определение пульсации гидродинамической нагрузки на водосливные плотины // АН СССР. Известия / Моск. энерг. ин-т.— 1940.— Т. 9.— С. 43—50.

### 1941

21. Об устойчивости движения щита шлюзовой галереи, подвешенного на упругих цепях и могущего колебаться в вертикальной плоскости // Докл. АН СССР.— 1941.— Т. 31.— Вып. 4.— С. 315—318.



1942

22. О времени устанавливания стационарной кривой давления при регулировании расхода в газопроводе // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1942.— № 5, 6.— С. 70—76.

1943

23. Акустический наддув поршневых компрессоров и двигателей внутреннего сгорания при помощи резонаторов переменного объема // Нефтяное машиностроение.— 1943.— № 3, 4.

24. Об одном способе оценки промышленных запасов нефтяных месторождений // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1943.— № 11, 12.— С. 15—21.

1944

25. Влияние сжимаемости краевой воды на режим эксплуатации нефтяных месторождений // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1944.— № 7, 8.— С. 516—525.

26. О притоке нефти к скважинам в месторождениях круговой и полоообразной форм // Докл. АН СССР.— 1944.— Т. 42.— Вып. 4.— С. 160—163.

27. О притоке нефти к скважинам в месторождениях овальной или серповидной формы // Докл. АН СССР.— 1944.— Т. 42.— Вып. 5.— С. 209—211.

1945

28. Движение сжимаемой жидкости в пористой среде (Рефераты научно-исследовательских работ) // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1945.— № 10, 11.— С. 1157.

29. О наивыгоднейшей расстановке рядов скважин в нефтяных пластах с водонапорным режимом // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1945.— № 1, 2.— С. 29—33.

30. О наивыгоднейшей расстановке рядов скважин в нефтяных пластах с водонапорным режимом // Сб.: Рефераты научно-исследовательских работ // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1945.— № 10, 11.— С. 1157.

31. Об одном видоизменении задачи Форхгеймера // Докл. АН СССР.— 1945.— Т. 48.— Вып. 1.— С. 28—31.

32. Определение колебаний давления при совместной работе центробежного и поршневого насосов, соединенных последовательно // Изв. АН СССР.— 1945.— № 6.— С. 491—496.

33. Приближенный метод расчета гидродинамических сил при отрывном обтекании пластины и цилиндра // Сб.: Рефераты научно-исследовательских работ // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1945.— № 10, 11.— С. 1159.

34. Приближенный метод расчета сроков обводнения нефтяных скважин // Сб.: Рефераты научно-исследовательских работ // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1945.— № 10, 11.— С. 47.

35. Приближенные методы решения задачи о продвижении границы раздела между нефтью и вытесняющей жидкостью // Сб.: Рефераты научно-исследовательских работ // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1945.— № 10, 11.— С. 1157.

36. О притоке нефти к скважинам в месторождениях различной формы — полосообразной, круглой и овальной // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— Вып. 3.— 1945.— С. 39.

37. Приближенный метод расчета дебита и сроки обводнения многорядных батарей скважин (совм. с А. П. Крыловым) // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1945.— Вып. 3.— С. 38.

#### 1946

38. Влияние подводящей трубки на точность показаний манометров для регистрации пульсаций давления // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1946.— № 3.— С. 355—360.

39. Об интерференции несовершенных скважин // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1946.— № 11.— С. 1519—1526.

40. Приближенный расчет сопротивления при отрывном кавитационном обтекании твердого тела потоками несжимаемой жидкости // Изв. АН СССР.— ОТН.— № 7.— С. 935—941.

#### 1947

41. Гидродинамическая теория притока нефти к скважинам // Сб.: Рефераты научно-исследовательских работ / Изв. АН СССР.— ОТН.— 1947.— С. 42.

42. Истечение очень вязких жидкостей из сосудов // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1947.— Вып. 7.— С. 39—48.

43. О диффузии газа в изотропной и анизотропной среде (к газовой съемке нефтяных месторождений) // Инж. сб.— 1947.— Сер. 3.— Вып. 2.— С. 137—146.

44. О колебаниях давления на щитовые затворы шлюзовых галерей с шахтой в нижнем бьефе // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1947.— № 8.— С. 929—944.



45. Предварительная схема разработки пласта (девон) Туймазинского нефтяного месторождения // Тр. ин-та. / Моск. нефт. ин-т.— 1947.— Вып. 6.— С. 13, 14 (совм. с А. П. Крыловым, М. М. Глоговским, Н. И. Буяловым, Н. М. Николаевским).

46. Приближенные методы решения пространственных задач фильтрации // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1947.— Вып. 6.— С. 28.

47. Приближенные методы решения пространственных задач теории фильтрации // Сб.: Рефераты научно-исследовательских работ / Изв. АН СССР.— ОТН.— 1947.— С. 42.

48. О притоке нефти к скважинам в месторождениях различных форм в плане // Тр. ин-та. Моск. нефт. ин-т.— 1947.— Вып. 7.— С. 70—93.

49. Об одной задаче теории фильтрации сжимаемой жидкости // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1947.— Вып. 7.— С. 48—70.

50. Упругий режим нефтяных месторождений // Сб.: Рефераты научно-исследовательских работ.— Изв. АН СССР.— ОТН.— 1947.— С. 43.

51. Фильтрация газа в угольном пласте (к вопросу об утечках газа и дутья при подземной газификации угольных пластов) // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1947.— № 2.— С. 131—141.

#### 1948

52. Научные основы разработки нефтяных месторождений (совм. с А. П. Крыловым, М. М. Глоговским, М. Ф. Мирчинком).—М.: Гостоптехиздат, 1948.

53. О продвижении границы изменения агрегатного состояния при охлаждении или нагревании тел // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1948.— № 2.— С. 187—202.

54. Подземная гидромеханика. М.: Гостоптехиздат, 1948.— 196 с.

55. Рецензия на кн. Багдасарова «Теория, расчет и проектирование эргалифта».— М.: Гостоптехиздат, 1947.— Сов. книга, 1948, № 3,— С. 59—62.

#### 1949

56. Динамический расчет штанг глубоких нефтяных насосов с учетом сил трения о насосные трубы // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1949.— № 6.— С. 855—875 (совм. с А. И. Фрейдензоном и Ц. Т. Арустамовой).

57. Исследование скважин методом восстановления динамического уровня при упругом режиме фильтрации // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1949.— Вып. 9.— С. 37—45.

58. Метод последовательной смены стационарных состояний и его приложения к задачам нестационарной фильтрации жидкостей и газов // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1949.— № 3.— С. 323—342. Поправка к статье: Изв. АН СССР.— ОТН.— 1949.— № 10.— С. 1590.

59. Рецензия на кн.: Кочин Н. Е., Кибель И. А., Розе Н. В. Теоретическая гидромеханика.— Ч. 1.— 4-е изд., 4.2.— 3-е изд.— М.: Гостоптехиздат, 1948; // Сов. книга, 1949.— № 9.— С. 55—58.

### 1950

60. Гидравлика // Сб.: Механика в СССР за тридцать лет. — 1950. — С. 383—408.

61. Гидродинамическая теория фильтрации // Сб.: Механика в СССР за тридцать лет. — М.: Гостехиздат, 1950. — С. 398—408.

62. О притоке к несовершенным скважинам при одновременном существовании различных законов фильтрации в пласте // Изв. АН СССР. — ОТН. — 1950. — № 6. — С. 801—818.

63. О продвижении подошвенной воды в газовых залежах купольного типа // Изв. АН СССР. — ОТН. — 1950. — № 9. — С. 1326—1344.

64. О современном притоке к скважинам двух жидкостей с различными вязкостью и плотностью // Инж. сб. — 1950. — Т. 7, — С. 35—48.

65. Об одном методе численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений // Инж. сб. — 1950. Т. 8, — С. 181—186 (совм. с И. О. Власовым).

66. Об одном графоаналитическом методе в теории фильтрации // Изв. АН СССР. — ОТН. — 1950. — № 7. — С. 961—965.

67. Приближенный метод расчета перемещений поверхности водонефтяного контакта в нефтяном пласте, вскрытом рядом скважин // Инж. сб. 1950. — Т. 8. — С. 61—66.

68. Рецензия на кн.: Щелкачев В. Н. Упругий режим пластовых водонапорных систем // Изв. АН СССР. — ОТН. — 1950. — № 2. — С. 307—308.

69. Движение нефти над слоем воды в открытом канале // Инж. сб. — 1951. — Т. 9. — С. 15—18.

70. Некоторые задачи неустановившегося движения газа в газопроводах // Сб.: Вопросы добычи, транспорта и переработки природных газов. — М. — Л., 1951. — С. 233—263.

71. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. — М.: Гостоптехиздат, 1951. — 223 с.



72. О величине промежутка высачивания при безнапорной фильтрации // Докл. АН СССР. — 1951. — Т. 80. — Вып. 1. С. 29—32.

73. О методах линеаризации нелинейных уравнений типа уравнений теплопроводности // Изв. АН СССР. — ОТН. — 1951. — № 6. — С. 829—838.

74. Строгое доказательство формул Дюпюи для безнапорной фильтрации с промежутком высачивания // Докл. АН СССР. — 1951. Т. 9. — Вып. 6. — С. 937—940.

#### 1952

75. К методике расчетов пластовых давлений и дебитов при законтурном заводнении // Нефтяное хозяйство. — 1952. — № 7. — С. 18—22 (совм. с А. П. Крыловым и М. М. Глоговским).

76. Приток к несовершенным скважинам в нефтяных месторождениях с подошвенной водой или газовой шапкой (о водяных и газовых конусах) // Сб.: Тез. докл. на Всесоюз. совещ. по гидроаэродинамике. — АН СССР. — Ин-т механики. — 1952. — С. 48.

77. Приток к скважинам в месторождениях с подошвенной водой и газовой шапкой // Нефтяное хозяйство. — 1952. — № 10. — С. 12—18.

#### 1953

78. Безнапорная фильтрация в среде с переменной вдоль вертикали проницаемостью // Докл. АН СССР. — 1953. — Т. 88. — Вып. 5. — С. 765—768.

79. Безнапорный приток жидкости к гидродинамически несовершенным скважинам и иглофильтрам // Изв. АН СССР. — ОТН. — 1953. — № 2. — С. 216—224.

80. Взаимодействие скважин при упругом режиме фильтрации жидкости // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т. — 1953. — Вып. 12. — С. 184—201 (совм. с М. Д. Розенбергом).

81. Из истории создания системы разработки девонских горизонтов Туймазинского месторождения. // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т. — 1953, Вып. 12. — С. 15—20 (совм. с А. П. Крыловым, М. М. Глоговским, М. Ф. Мирчинком, Н. М. Николаевским).

82. Моделирование задачи движения неньютоновской жидкости в призматических трубах // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т. — 1953. — Вып. 12. — С. 124—129 (совм. с П. М. Белашем).

83. Нагревание призабойной зоны при закачке горячей жидкости в скважину // Нефтяное хозяйство. — 1953. — № 2. — С. 18—23. — № 3. — С. 29—32.

84. О предельных дебитах и депрессиях в водоплавающих и подгазовых нефтяных месторождениях // Сб.: Труды совещания по развитию научно-исследовательских работ в области вторичных методов добычи нефти.— Изд-во АН АзербССР.— Баку, 1953.— С. 81—109.

85. О притоке к несовершенным скважинам в водоплавающих и подгазовых нефтяных месторождениях (к теории водяных и газовых конусов) // Тр. конф. по вторичн. методам.— Баку, 1953.

86. О прорыве подошвенной воды в нефтяную скважину // Докл. АН СССР.— Т. 91.— Вып. 6.— С. 1293—1296.

87. Об одном интегральном соотношении и его приложениях к решению некоторых задач безнапорной фильтрации // Докл. АН СССР.— 1953.— Т. 92.— Вып. 2.— С. 251—254.

88. Приток грунтовых вод к скважинам и иглофильтрам // Инж. сб.— 1953.— Т. 17.— С. 179—198.

89. Расчет дебита несовершенной скважины перед прорывом подошвенной воды или верхнего газа // Докл. АН СССР.— 1953.— Т. 92.— Вып. 1.— С. 17—20

90. Расчет понижения свободной поверхности в теле плотины при изменении уровней верхнего и нижнего бьефов // Изв. АН СССР.— ОТН.— № 6.— С. 813—827.

#### 1954

91. Методы расчета перемещений границы раздела нефти и воды в пластах // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1954.— № 4.— С. 107—120.

92. Письмо в редакцию // Нефтяное хозяйство.— 1954.— № 7.— С. 45.

93. Приток к скважинам в пластах с неоднородной проницаемостью // Инж. сб.— 1954.— Т. 18.— С. 31—40.

#### 1955

94. Методика гидродинамического расчета утечек газа и дутья // Подземная газификация углей, 1955.— № 4,5 (совм. с И. О. Власовым).

95. Определение некоторых параметров пластов при помощи кривых восстановления забойного давления // Нефтяное хозяйство.— 1955.— № 3.— С. 40—48.

96. Предисловие к третьему тому собрания трудов акад. Л. С. Лейбензона.— М.: Изд-во АН СССР.— 1955.— С. 3, 4.

97. Приток к скважинам в пласте с переменным давлением на



контуре питания (к определению параметров пласта и скважин при помощи карты изобар) // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1955.— № 6.— С. 22—24.

98. Расчет дебитов скважин с трещиноватой призабойной зоной пласта // Нефтяное хозяйство.— 1955.— № 9.— С. 40—47 (совм. с И. В. Кривоносовым).

99. Расчет промежутка высачивания при безнапорном притоке к совершенным и несовершенным скважинам // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1955.— Вып. 14.— С. 242—250.

100. Совместный приток нефти и подошвенной воды к несовершенной скважине // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1955.— № 2.— С. 27—40.

### 1956

101. Метод расчета неустановившегося притока грунтовых вод к скважине при глубинном водопонижении // Инж. сб.— 1956.— Т. 23.— С. 158—163.

102. Обзор работ акад. Л. С. Лейбензона в области нефтяной механики и гидромеханики // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1956.— Вып. 16.— С. 9—13.

103. Определение параметров пласта и скважин при помощи карты изобар // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1956.— Вып. 16.— С. 113—124 (совм. с В. С. Орловым).

104. Основы подземной гидравлики.— М.: Гостоптехиздат, 1956.— 151 с.

105. Расчет установившегося притока к скважинам при глубинном водопонижении // Инж. сб.— 1956.— Т. 23.— С. 147—157.

106. Тепловой режим газового пространства бензинохранилищ // Тр. ин-та / Моск. нефт. ин-т.— 1956.— Вып. 17.— С. 169—178 (совм. с В. И. Черникиным).

### 1957

107. К теории гидравлической сирены (труботахометр) // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1957.— № 9.— С. 148—151 (совм. с Б. И. Мительманом и Г. Д. Розенбергом).

108. Об одном методе определения параметров пластов по наблюдениям неустановившегося режима притока к скважинам // Изд. Моск. нефт. ин-та.— 1957 (совм. с И. Д. Умрихиным).

109. О движении скачков насыщенности при фильтрации двухфазной жидкости // Изв. АН СССР.— ОТН.— 1957.— № 7.— С. 142—148 (совм. с С. Н. Бузиновым).

1958

110. Об одном интегральном соотношении теории фильтрации и его некоторых приложениях // Тр. III Всесоюз. матем. съезда.— Изд-во АН СССР.— 1958.— Т. 1.— С. 215.

111. Об одном интегральном соотношении теории фильтрации и его некоторых приложениях // Сб.: Материалы межвузовского совещания по вопросам новой техники в нефтяной промышленности.— М.: Гостоптехиздат, 1958.— Т. 1.— С. 230—247.

112. Основные задачи теории фильтрации // Тр. III Всесоюз. матем. съезда.— Изд. АН СССР.— 1958.— Т. 3.— С. 466—479 (совм. с П. Я. Полубариновой-Кочиной).

113. Увеличение предельного безводного дебита несовершенной скважины в нефтяном пласте с подошвенной водой за счет одновременного раздельного отбора воды и нефти // Изв. вузов: Нефть и газ.— 1958.— № 2.— С. 59—68 (совм. с В. А. Евдокимовой и И. Н. Кочиной).

1959

114. Движение границы раздела двух жидкостей в пористой среде // Изв. АН СССР: Энергетика и автоматика.— 1959.— № 3.— С. 104—120.

115. Определение параметров пласта по наблюдениям и неустановившегося притока к скважинам // Тр. ин-та / Моск. ин-т нефтехим. и газ. пром-сти.— 1959.— Вып. 24.— С. 140—145 (совм. с И. Д. Умрихиным).

116. Приближенный метод расчета нагнетания газа в водоносный пласт и его сравнение с некоторыми точными решениями // Изв. АН СССР.— ОТН.— Энергетика и автоматика.— 1959.— № 1.— С. 100—103 (совм. с М. Ф. Филипповым).

1960

117. Гидродинамические принципы создания подземных газохранилищ в горизонтальных и пологопадающих водоносных пластах // Сб.: Развитие газовой промышленности СССР.— М.: Гостоптехиздат.— 1960.— С. 350—351.

118. Движение трехкомпонентной жидкости в пористой среде // ВНИИ. Научно-техн. сб. по добыче нефти.— 1960.— Вып. 9.— С. 17—22 (совм. с Ю. И. Стекляниным).



119. Об определении воздухонасыщенности и водонасыщенности в переходной зоне при просачивании воды в почву // Изв. АН СССР.— ОТН.— Механика и машиностроение.— 1960.— № 1.— с. 54—59 (совм. с Чэнь Чжун-сяном).

120. Об эквивалентной насыщенности при решении задач двухфазной фильтрации // Изв. вузов.: Нефть и газ.— 1960.— № 2.— С. 114—119 (совм. с В. Н. Донецким, Чэнь Чжун-сяном).

## 1961

121. Некоторые методы расчета нагнетания в горизонтальный водоносный пласт // Газовая промышленность.— 1961.— № 12.— с. 34—37.

122. О двухфазных сверхзвуковых потоках // Докл. АН СССР.— 1961.— Т. 137.— С. 48 (совм. с Д. С. Вилькером, Б. И. Мительманом, Г. Д. Розенбергом).

123. О некоторых точных решениях уравнений нестационарной фильтрации двухфазной жидкости // Изв. АН СССР.— ОТН.— Механика и машиностроение.— 1961.— № 1.— С. 121—126 (совм. с В. М. Рыжиком, Чэнь Чжун-сяном).

124. Основы газовой динамики.— М.: Гостоптехиздат.— 1961.— 200 с.

125. Способ получения холода на газовых скважинах и магистральных газопроводах: А. с. 138260.— Бюлл. изобр.— 1961.— № 10.— С. 23.

126. Фильтрация в пласте с непроницаемыми кровлей и подошвой, разделенном слабо проницаемой перемычкой // Тр. ин-та / Моск. ин-т нефтехим. и газ. пром-сти.— 1961.— Вып. 33.— С. 122—130.

127. Динамика осушки пласта при сооружении подземных газохранилищ // Газовая промышленность.— 1962.— № 1.— С. 51—54 (совм. с соавторами).

128. Изменение пластового давления при разработке газового месторождения в неограниченном водоносном пласте // Газовая пром-сть.— 1962.— № 11.— С. 9—13 (совм. с Н. М. Мухидиновым).

129. К теории вихревого холодильника // Изв. АН СССР.— ОТН: Механика и машиностроение, 1962, № 6. С. 148—153.

130. Охлаждающая способность двухфазных потоков // Газовая пром-сть.— 1962.— № 3.— С. 50—52 (совм. с Б. И. Мительманом и Г. Д. Розенбергом).

131. Предисловие к кн.: Бан А. и др. Влияние свойств горных пород на движение в них жидкости.— М.: Гостоптехиздат.— 1962.— С. 3—5.

132. Приближенный метод расчета нагнетания газа в водоносный пласт через прямолинейную цепочку скважин // Изв. АН СССР.— ОН: Механика и машиностроение.— 1962.— № 4.— С. 47—51 (совм. с Ю. А. Мясниковым).

133. Приложение к кн.: Бержерон Л. От гидравлического удара в трубах до разряда в электрической сети.— М.: Машгиз., 1962.— С. 292—344 (совм. с Г. Д. Розенбергом).

134. Расчет движения газового объема в неограниченном водоносном пласте // Изв. АН СССР.— ОН: Механика и машиностроение.— 1962.— № 5.— С. 51—88.

### 1963

135. Некоторые результаты работ кафедры нефтегазовой и подземной гидромеханики в области гидродинамики многофазных потоков // Тез. докл. конф. по итогам науч.-исслед. работ 1962 г.— М.: Гостоптехиздат, 1963— С. 22.

136. Определение свободного дебита газовых скважин // Газ. пром-сть, 1963.— № 4.— С. 3—6 (совм. с В. А. Евдокимовой и И. Н. Кочиной).

137. Подземная гидрогазодинамика.— М.: Гостоптехиздат, 1963.— 346 с.

138. Увеличение пропускной способности трубопровода с помощью инъекции газа // Сб. центр. науч.-иссл. ин-т техн.-эконом. исслед. по нефт., нефтехим. и газ. пром-сти: Транспорт и хранение нефти.— 1963.— Вып. 7.— С. 3—5 (совм. с Е. Л. Ивановой).

### 1964

139. Некоторые задачи движения газового объема в водонасыщенной пористой среде // Тез. докл. науч. конф. по итогам науч.-исслед. работ 1963 г.— М.: Гостоптехиздат, 1964.— С. 5 (совм. с соавт.)

140. О движении газового объема в водонасыщенной пористой среде // Докл. на II Всес. съезде по теорет. и прикл. механике, 1964.

141. О смещении газовых и нефтяных месторождений в потоке пластовых вод // Сб.: Добыча нефти (теория и практика).— М.: Недра, 1964.— С. 96—102 (совм. с В. А. Томельгасом).

142. Опытнo-промышленная закачка газа в водоносный пласт через цепочку скважин // Газовая промышленность, 1964.— № 10.— С. 41—46 (совм. с соавторами).



143. Влияние рельефа местности и неподвижных включений жидкости или газа на пропускную способность трубопроводов // Нефт. хоз-во, 1965.— № 6.— С. 51—55. Опубликовано также в сб.: Вопросы строительства и эксплуатации трубопроводов. Сер.: Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. Центр. науч.-исслед. ин-т техн.-эконом. исслед. по нефт., нефтехим. и газ. пром-сти, 1965.

144. Расчет изменения давления в неограниченном водоносном пласте при нагнетании газа через группу произвольно расположенных скважин // Тр. ин-та / Моск. ин-т нефтехим. и газ. пром-сти 1965.— Вып. 55.— С. 155—158 (совм. с В. А. Томельгасом, Д. И. Астраханом, А. М. Власовым).

145. Способ подземного хранения горючих газов в водоносных пластах.: А. 170890. Бюл. изобр., 1965.— № 10.— С. 10.

146. Формирование подземного газового хранилища при закачке газа в горизонтальный водоносный пласт через группу скважин // Газовая пром-сть, 1965.— № 7.— С. 46—48 (совм. с В. А. Томельгасом и Д. И. Астраханом).

147. Некоторые гидродинамические задачи, связанные с сооружением подземных хранилищ газа в водоносных пластах // ВНИИ по добыче нефти / Тез. докл. к сессии, посвящ. вопросам гидромеханики нефти и газа.— 1966.

148. О термическом режиме буровых скважин // Газовая промышленность, 1966.— № 10.— С. 7—13; № 12.— С. 1—5.

149. Сооружение и эксплуатация подземных газохранилищ в горизонтальных и пологопадающих водоносных пластах // Сб.: Выш. школа и газ. пром-сть. Информ. центр. Мин-во газ. пром-сти.— 1966.— С. 27—69.

150. Способ снижения давления газа без обмерзания редуционных клапанов.: А. с. 177803.— Изобретения, пром. образцы, тов. знаки.— 1966.— № 2.— С. 6.

151. Теоретическое исследование гидроударных механизмов // Тр. ин-та / Моск. ин-т нефтехим. и газ. пром-сти.— Вып. 60.— С. 188—194 (совм. с И. Н. Буяновским).

152. Увеличение пропускной способности трубопроводов с помощью лупинга на нисходящих участках трассы: Сб.: Некоторые вопросы теории и практики сооружения и эксплуатации трубопроводов. Сер.: Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов //

Всес. науч.-исслед. ин-т орг., упр. и эконом. нефтегаз. пром-сти.—  
С. 52—57 (совм. с А. К. Галлямовым и Е. Л. Ивановой).

#### 1967

153. Приток к скважинам в пласте с переменными проницаемостью и мощностью // Изв. АН СССР / Мех. жидкости и газа.— 1967.— № 2.— С. 180—188.

154. Результаты опытно-промышленной эксплуатации Гатчинского газохранилища // Газовая промышленность.— 1967.— № 4.— С. 19—25 (совм. Д. И. Астраханом, А. М. Власовым, В. А. Томельгасом, М. В. Филиновым, А. И. Холиным)

155. Способ подземного хранения горючих газов: А. с. 190272. Бюлл. изобр., 1967.— № 1.

156. Теоретические и экономические аспекты создания подземных хранилищ природного газа в горизонтальных и пологопадающих водоносных пластах // Доклад на X Междунар. газ. конгрессе).— Газовая промышленность.— 1967.— № 5.— С. 18—22.

#### 1968

157. Хранение газа в горизонтальных и пологозалегающих водоносных пластах.— М.: Недра, 1968.— 300 с. (совм. с Д. И. Астраханом, А. М. Власовым, А. Е. Евгеньевым, В. А. Томельгасом, М. В. Филиновым).

#### 1975

158. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах.— М.: Недра, 1975.— 296 с.



**КАНДИДАТСКИЕ ДИССЕРТАЦИИ, ПОДГОТОВЛЕННЫЕ  
ПОД РУКОВОДСТВОМ ПРОФЕССОРА  
И. А. ЧАРНОГО**

1. *Арустамова Ц. Т.* Исследование работы штанг глубоководного насоса.— МНИ, 1941.
2. *Астрахан И. М.* Пограничный слой и устойчивость движения вязко-пластичной жидкости.— Ин-т механики АН СССР\*.— МИНХиГП, 1962\*\*.
3. *Астрахан Д. И.* Вопросы гидродинамики и методики проектирования подземного хранения газа в горизонтальных и пологозалегающих водоносных пластах.— МИНХ и ГП, 1965.
4. *Бузинов С. Н.* Теоретические и экспериментальные исследования движения двухфазной системы жидкостей в пористой среде.— МИНХиГП, 1958.
5. *Вайнер М. И.* Влияние капиллярных сил и геометрической структуры пористой среды на фильтрационный перенос двухфазных жидкостей.— МИНХиГП, 1965.
6. *Власов А. М.* Исследование некоторых гидродинамических задач разработки газовых месторождений и эксплуатации подземных газохранилищ в водоносных пластах.— МИНХиГП, 1964.
7. *Галлямов А. К.* Движение газожидкостных смесей по горизонтальным и наклонным трубопроводам.— МИНХиГП, 1967.
8. *Гольдберг В. Л.* Исследование вопросов совместного движения жидкости и газа в горизонтальных и наклонных трубах.— МИНХиГП, 1968.
9. *Далешал Шандер.* Некоторые задачи стационарного и нестационарного движения реальных газов в трубах.— МИНХиГП, 1963.
10. *Донецкий В. Н.* Некоторые задачи нестационарной фильтрации однородных и неоднородных жидкостей.— МИНХиГП, 1960.

\* Организация, где защищалась работа. Вторая организация — место, где работа выполнялась, при несовпадении с местом защиты.

\*\* Работа защищена на ученую степень канд. физ.-мат. наук. Все остальные работы защищены на ученые степени канд. тех. наук.

11. *Ентов В. М.* Нестационарные задачи нелинейной фильтрации. — МИНХиГП, 1964.

12. *Иванова Е. Л.* Совместное движение жидкости и газа в горизонтальных и наклонных трубах. — МИНХиГП, 1966.

13. *Калашников В. Н.* Перераспределение энергии в газовых и газожидкостных потоках большой скорости. — МИНХиГП, 1965.

14. *Каримов М. Ф.* Исследование способа повышения полноты вытеснения воды газом в неоднородных пористых средах (применительно к созданию подземных газохранилищ в водоносных пластах). — МИНХиГП, 1966, Евгенийев А. Е.\*.

15. *Кульпин Л. Г.* Гидродинамические методы исследования скважин при упругом режиме фильтрации в ограниченных пластах. — МИНХиГП, 1971, Кочина И. Н.

16. *Лан Чжан-синь.* Исследования нестационарной фильтрации газа применительно к задачам, возникающим при разработке газовых месторождений и создании искусственных газохранилищ. — МИНХиГП, 1963.

17. *Мукминов Р. А.* Исследование стационарной фильтрации нефти и газа в неоднородных пластах. — МИНХиГП, 1968, Евдокимова В. А.

18. *Полянская Л. В.* Исследование нестационарных процессов при изменении режима работы нефтепродуктов с центробежными насосами. — МИНХиГП, 1965.

19. *Райский Ю. Д.* Исследование работы вихревых труб на газе и газожидкостных смесях. — МИНХиГП, 1968.

20. *Роев Г. А.* Исследование движения жидкости в плоскостворачиваемых трубах и разработка методики их гидравлического расчета. МИНХиГП, 1965.

21. *Розенберг Г. Д.* Неустановившееся движение неньютоновских жидкостей по трубам. МИНХиГП, 1960.

22. *Рохлин С. М.* Исследование некоторых задач фильтрации с подвижной границей применительно к проблемам создания подземных газохранилищ и разработки нефтяных и газовых месторождений. — МИНХиГП, 1968, Филинов М. В.

23. *Савченко И. В.* Методы исследования кривых течения неньютоновских жидкостей. — МИНХиГП, 1968, Розенберг Г. Д.

24. *Стклянин Ю. И.* Некоторые задачи движения одно-, двух- и трехкомпонентных жидкостей в пористой среде. — МИНХиГП, 1962.

25. *Телков А. П.* Некоторые задачи движения и равновесия границы раздела двух жидкостей в пористой среде. — МИНХиГП, 1962.

\* Здесь и далее фамилия соруководителя диссертанта.



26. *Тункель Л. Е.* Некоторые вопросы исследования закрученных потоков жидкости и газа.— МИНХиГП, 1970; Евдокимова В. А.

27. *Томельгас В. А.* Исследование некоторых гидростатических и гидродинамических задач фильтрации применительно к проблемам разработки нефтяных и газовых месторождений и сооружений подземных газохранилищ.— МИНХиГП, 1965.

28. *Умрихин И. Д.* Теоретическое и экспериментальное исследование нестационарного притока к скважинам при упругом режиме фильтрации (влияние объема скважин, границ пласта и его неоднородностей).— МИНХиГП, 1958.

29. *Чэнь Чжун-сян.* Задачи фильтрации двухфазной жидкости при учете массовых сил.— МИНХиГП, 1962.

30. *Шмыгля П. Т.* Экспериментальное и теоретическое исследование притока к несовершенным скважинам при линейном и нелинейном законах фильтрации.— МИНХиГП, 1956.

31. *Шварц М. Э.* Решение некоторых задач, связанных с применением шаровых резиновых разделителей на нефтепродуктопроводах.— МИНХиГП, 1965.

**УЧЕНИКИ И. А. ЧАРНОГО, ЗАЩИТИВШИЕ ДОКТОРСКИЕ  
ДИССЕРТАЦИИ**

Бузинов С. Н., Галлямов А. К., Ентов В. М., Розенберг Г. Д.,  
Телков А. П., Умрихин И. Д., Филинов М. В., Шварц М. Э.,  
Шмыгля П. Т.

*Темы некоторых диссертаций:*

*Телков А. П.* Гидродинамические решения задач, связанных с эксплуатацией нефтяных и газовых месторождений.— Уфим. нефт. ин-т (УНИ), 1971.

*Филинов М. В.* Одномерная фильтрация неоднородных жидкостей с подвижной границей раздела между ними.— МИНХиГП, 1971.

*Галлямов А. К.* Исследования по повышению эффективности эксплуатации нефтегазопроводов.— УНИ, 1973.

*Розенберг Г. Д.* Неустановившееся движение вязкой слабосжимаемой жидкости по трубам.— МИНХиГП, 1975.



ЛИТЕРАТУРА О И. А. ЧАРНОМ

1. Исаак Абрамович Чарный (1909—1967). Некролог // Механика жидкости и газа.— 1967.— № 6. — С. 3—10.
2. Нефтегазовая и подземная гидрогазодинамика // Труды МИНХиГП.— Вып. 79.— М.: Недра, 1969. С. 3—5.
3. Нефтегазовая гидромеханика // Сб. науч. тр. МИНГ. № 228 (посвящен памяти профессора И. А. Чарного).— М., 1991.— 194 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Краткий очерк жизни и творчества И. А. Чарного .....	3
Приложение 1. Основные даты жизни и трудовой деятельности И. А. Чарного .....	17
Приложение 2. Список научных трудов .....	19
Приложение 3. Кандидатские диссертации, подготовленные под руководством профессора И. А. Чарного .....	33
Приложение 4. Ученики И. А. Чарного, защитившие докторские диссертации .....	36
Приложение 5. Литература о И. А. Чарном .....	37

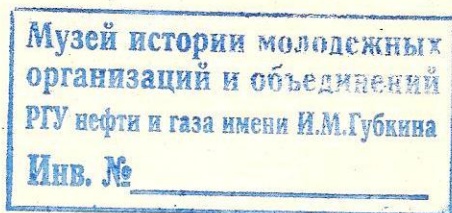


И. М. АСТРАХАН, К. С. БАСНИЕВ, Г. И. БАРЕНБЛАТТ,  
Г. Д. РОЗЕНБЕРГ

**Профессор И. А. ЧАРНЫЙ**

(1909—1967)

*Выпуск 9*



Редактор *З. Б. Бацезева*  
Технический редактор *Л. А. Данкова*  
Компьютерная верстка *Т. Ф. Иванова*

Сдано в набор 17.07.95 г. Подписано в печать 07.09.95 г. Формат 60x90 1/16.  
Усл. п.л. 2,5, уч.-изд.л. 2,2. Тираж 100 экз. Бумага офсетная. Гарнитура таймс.  
Печать офсетная. Заказ № 944

117917, г. Москва, Ленинский пр., 65, издательство «Нефть и газ».  
Отпечатано в типографии издательства «Нефть и газ»