

6 руб.

СБЕРЕГАТЕЛЬНЫЕ КАССЫ ПРИНИМАЮТ ВКЛАДЫ

ДО ВОСТРЕБОВАНИЯ — по которым вкладчик получает доход в размере 3% годовых

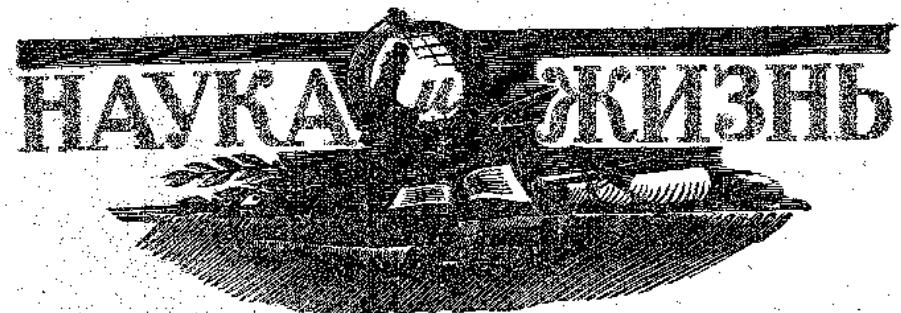
СРОЧНЫЕ — (на срок не менее 6 месяцев), по которым вкладчик получает доход в размере 6% годовых

ВЫИГРЫШНЫЕ — по которым доход выплачивается вкладчикам в виде выигрышей, разыгрываемых на тиражах два раза в год.

В каждом тираже из 1000 вкладчиков выигрывают 25.

Сумма выигрыша зависит от величины вклада и продолжительности его хранения в сберегательной кассе.

ВНОСИТЕ ВКЛАДЫ В СБЕРЕГАТЕЛЬНЫЕ КАССЫ



4-5

1944

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

СОДЕРЖАНИЕ



<i>Проф. Б. Воронцов-Вельяминов.</i> НЕОБЫЧАЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ И ТУМАННОСТИ	1
<i>Акад. А. А. Богомолец.</i> АНТИРЕТИКУЛЯРНАЯ ЦИТОТОКСИЧЕСКАЯ СЫВОРОТКА (АЦС)	4
<i>Д-р медиц. наук проф. Б. И. Клейн.</i> УСПЕХИ СОВЕТСКОЙ МИКРОБИОЛОГИИ	10
<i>Д-р физико-матем. наук В. Л. Гинзбург.</i> ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ	15
<i>Д. Б. Карелич.</i> МОРСКАЯ АРКТИЧЕСКАЯ ТРАССА	22
<i>Лауреат Сталинской премии д-р техн. наук Г. И. Бабат.</i> ВЫСОКО- ЧАСТОТНЫЙ ТРАНСПОРТ	27
<i>Чл-корр. АН СССР В. В. Голубев.</i> АКАДЕМИК СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ЧАПЛЫ- ГИН	31

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

<i>Г. И. Головин.</i> ИЗОБРЕТЕНИЕ РАДИО	37
---	----

В ПОМОЩЬ ОГОРОДНИКУ-САДОВОДУ

<i>В. Бровкина.</i> ДВА УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ В ГОД	44
<i>В. Б.</i> КАЛЕНДАРЬ ОГОРОДНИКА-САДОВОДА	46



Адрес редакции;

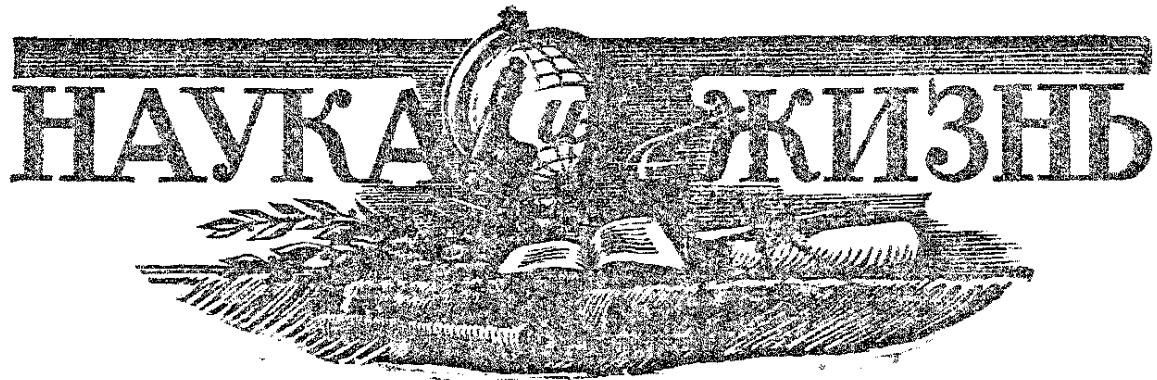
Москва, Волхонка, 14

Ответственный редактор профессор Ф. Н. ПЕТРОВ

Заместитель ответственного редактора Н. С. Дороватовский

Подписано к печати 8 мая 1944 г. Объем 6 печ. л. Учетно-изд. л. 10,5
Тираж 35000 экз. Л50623 Заказ 421 Цена 6 руб.

18-я типография треста «Полиграфкнига» ОГИЗа при СНК РСФСР,
Москва, Шубинский пер., 10.



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

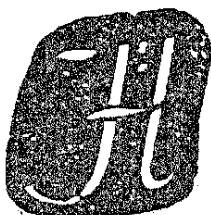
4—5

1944

Несобчайные звезды и туманности

Профессор

В. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ



аблюдая за созвездием Тельца даже в небольшую зрительную трубу, можно видеть в его восточной части, близ звезды дзета, продолговатое туманное пятно. Это знаменитая туманность, названная английским астрономом лордом Россом «крабовидной». По своей форме и размерам она занимает промежуточное место среди туманностей диффузных — больших, совершенно неправильной, клочковатой формы с неопределенными границами — и туманностей планетарных — маленьких, резко и правильно очерченных. Однако более тщательное ее изучение показывает, насколько резко она отличается как от диффузных, так и от планетарных туманностей.

Необычайно современное состояние крабовидной туманности и еще более необычайно ее происхождение, о котором нам дают представление древние китайские и японские летописи. Такие древние свидетельства оказывают иногда неоценимую услугу, отмечая небесные явления, произошедшие в седой древности, задолго до возникно-

вения точной науки, и позволяя установить историю неба. Крабовидная туманность действительно впервые привлекла особое внимание астрономов лишь 20—25 лет тому назад.

Видимая как слабо светящееся, туманное и расплывчатое по краям пятно уже в небольшой телескоп, эта туманность не дает нам ничего нового и при рассматривании в сильнейшие телескопы. Однако в общей массе туманности фотография все же фиксирует тончайшие переливы света, выявляя в ней светлые прожилки, похожие на волокна со сгустками. Эти волокна извилистой формы тянутся в массе туманности, исходя в общем из ее центра, вблизи которого находятся две чрезвычайно слабые звездочки (16-й видимой звездной величины), близко расположенные друг от друга. Они в 10 000 раз слабее наиболее слабых звезд, видимых невооруженным глазом в темную ночь.

В 1921 г. американский астроном Лампанд сравнил две фотографии крабовидной туманности, сделанные с промежутком времени в 8 лет. Оказалось, что за 8 лет видимые в туманности светлые сгустки, положение которых можно было на-

фотографии достаточно точно измерить, заметно переместились, удалившись от центра туманности. Открытие Лампранда подтвердил американский астроном Дункан, сделавший другие фотографии. Недавно же он имел возможность сравнивать фотографии, отделенные промежутком времени в 30 лет и показывающие с еще большей очевидностью движение частей туманности.

Выяснилось, что от места, лежащего в середине туманности и отмеченного на приводимой фотографии белым кружком, все сгустки удаляются по радиусам. Стрелки, выходящие из каждого сгустка, показывают величину и направление их смещения, если рассчитать их (на основании произведенных измерений) на 500 лет. Двигаясь с данной скоростью, все эти сгустки около 800 лет тому назад должны были совпадать друг с другом и с серединой туманности. Другими словами, наша туманность расширяется, увеличивается в размерах, и ее расширение должно было начаться 800 лет назад, т. е. приблизительно около 1100 года нашей эры. В эту эпоху и должно было произойти образование самой туманности, последовавшее, очевидно, в результате какой-то гигантской катастрофы, разбросавшей во все стороны пространства массы газа.

Какой это газ, нам показывает спектральный анализ, обнаруживающий в туманности присутствие гелия, кислорода, азота, серы и сравнительно небольшого количества водорода. Характер спектра свидетельствует о крайней разреженности этих газов.

В то время как планетарные и диффузные туманности обнаруживают спектр из тонких, ярких линий на темном фоне, у крабовидной туманности яркие линии необычайно широки и в середине расщеплены надвое. Большую ширину линий и расщепление их в середине надвое (вблизи середины туманности) можно объяснить только тем, что туманность, будучи прозрачной, расширяется во все стороны. Части ее, проектирующиеся на середину туманности и движущиеся к нам, дают, согласно принципу Допплера, смещение спектральной линии к фиолетовому концу спектра. Газы, движущиеся в противоположном направлении, т. е. от нас, и свет которых достигает нас благодаря прозрачности туманности, образуют по аналогичной причине спектральную линию, смещенную к красному концу спектра. Именно поэтому линия в середине туманности раздвоена. Чем дальше от видимой середины туманности, тем большую часть скорости составляет движение, перпендикулярное к лучу зрения и не вызывающее смещения линий спектра, т. е. тем меньше их расщепление. Наконец, видимые края туманности, удаляясь от центра, движутся совершенно перпендикулярно к лучу зрения, и потому в этом месте линии спектра совсем не расщеплены, занимая свое нормальное положение.

Скорость расширения туманности чрезвычайно велика и составляет 1300 км/сек.

Сопоставляя линейную скорость расширения (найденную в спектре по эффекту Допплера) с видимой, т. е. с угловой скоростью расширения (найденной по измерению фотографии), мы получаем расстояние до туманности. Оно таково, что свет от нее доходит до нас за 4 100 лет. Размеры туманности так же грандиозны. От одного ее края до другого свет идет 6 лет, тогда как ему нужно всего лишь 11 часов, чтобы пересечь солнечную систему, и 8 минут, чтобы дойти от Солнца до Земли.

Недавно выяснилось, что яркие линии спектра

излучаются сгустками и волокнами, видимыми в туманности, причем особенно яркими являются красные линии, принадлежащие азоту. Фон непрерывного спектра, на который накладываются яркие линии, создается излучением остальной, диффузной, массы туманности, дающей 80% всего излучаемого туманностью света.

Чем же создается этот непрерывный спектр, встречающий также и у некоторых диффузных туманностей? Он обусловлен тем, что эти туманности толщиной или частично состоят из тончайшей пыли, отражающей и рассеивающей свет какой-либо близлежащей яркой звезды. В этих случаях туманности (пылевые) светят заимствованным светом, отраженным от ближайшей звезды, так что непрерывные спектры звезды и туманности более или менее одинаковы. В данном же случае распределение яркости в непрерывном спектре крабовидной туманности таково, что его происхождение надо приписать обилию свободных электронов, находящихся в массе туманности и постоянно, но не надолго, захватываемых ионами различных химических элементов. Наличие в туманности большого числа свободных электронов должно быть следствием крайне высокой температуры звезды, находящейся в середине туманности. При очень высоких температурах излучается много ультрафиолетовых, рентгеновских лучей, которые, пронизывая туманность, производят фотоионизацию, т. е. отрывают электроны от атомов, ионизуют их. Эти же самые ультрафиолетовые лучи, а также столкновение электронов с ионами вызывают свечение атомов, создающих яркие линии спектра всех подобных туманностей. Если звезда, находящаяся в туманности, недостаточно горяча (холоднее 30 000°), то в ее спектре нехватает нужного количества ультрафиолетовых лучей, и такая газовая туманность не излучает света, она невидима.

Существуют способы, основанные на физической теории свечения туманностей, которые позволяют по яркости линии в их спектре или по другим данным оценить температуру ядра туманности, т. е. звезды, вызывающей ее свечение. Подобным способом автор этой статьи определил температуру ядра туманности в 140 000° — наивысшую среди известных звезд, а недавно Минковский в США оценил ее даже в 500 000°. Он же вычислил, что диаметр ядра туманности должен быть в 50 раз меньше солнечного. Эта звезда — карлик, она только в два раза больше, чем Земля (по диаметру). Такие звезды в небольшом количестве нам известны. Их называют белыми карликами, так как вследствие высокой температуры они белого цвета. Особенно горячие звезды этого типа (с температурой выше 30 000°) называются ультрабелыми карликами.

У белых и ультрабелых звезд-карликов массы не меньше, чем у Солнца. Отсюда следует, что их плотность необычайно велика. Их раскаленные газы скаты до такой степени, что один кубический сантиметр их массы входит в среднем в тысячи и десятки тысяч раз больше, чем кубический сантиметр воды.

Такое состояние вещества, неосуществимое на Земле, возможно в недрах некоторых звезд вследствие того, что там господствует крайне высокая температура (десятки миллионов градусов). При такой температуре все внешние электроны отрываются от своих атомов, которые становятся поэтому более компактными и под воздействием громадных давлений допускают большее сближение друг с другом.

В единицу их объема может уместиться ней-

тральных атомов больше, чем обычных. То, что в звездах — белых карликах — плотности действительно так велики, было подтверждено некоторыми специальными наблюдениями и расчетами.

Масса и плотность ядра крабовидной туманности неизвестны, но они вероятно такого же порядка, как и у других ультрабелых карликов. Что же касается массы самой туманности, то по расчету Минковского она в 15 раз больше массы Солнца. Полное излучение света туманностью могло бы заменить излучение света 30 000 солнц, таких как наше.

Какая же, однако, из многочисленных слабых звездочек, видимых на фоне туманности, обладает всеми удивительными свойствами, описанными выше?

Повидимому, это одна из двух упомянутых раньше звездочек, видимых вблизи центра туманности, из которого около 800 лет тому назад были выброшены ее газы. Спектр туманности позволяет предполагать у нее высокую температуру, но свет ее настолько слаб, что более подробные исследования, необходимые для уверенного отожествления, невозможны.

Любопытно отметить, что благодаря различию спектров двух составных частей крабовидной туманности, волошка, дающие в спектре яркие красные линии, лучше видны на фотографиях, сделанных через красное стекло, чем на обычных фотографиях. Как мы увидим, эта особенность привела впоследствии к другим интересным открытиям.

Выясняя историю возникновения крабовидной туманности, один астроном еще в 1921 г. сделал весьма любопытное замечание. Он указал, что китайские летописи отмечают в 1054 г. вспышку новой звезды в созвездии Тельца, т. е. в той же области неба, где находится крабовидная туманность.

Недавно известный голландский ориенталист Дайвенданк нашел новые материалы, говорящие об этом же событии. В одной из китайских летописей сказано: «В первый год периода Чи-хо, в пятую Луну, в день Чи-чу (4 июля 1054 г. по нашему календарю) появилась звезда-гостья к юго-востоку от звезды Тиен-куан (дзета Тельца) и исчезла более чем через год». В другой летописи говорится: «Она была видна днем как Венера, лучи света исходили из нее во все стороны и цвет ее был красновато-белый. Так была видна она 23 дня».

Эти сведения имеют для нас огромную ценность. Сравнение их с научными данными последних лет позволяет извлечь из этих скучных описаний материал, гораздо более точный, чем это кажется на первый взгляд.

Дело в том, что летописи, а позднее история науки отметили ряд внезапных вспышек звезд, названных некогда новыми. В большинстве случаев эти звезды до вспышки светили настолько слабо, что их не было видно. Получалось впечатление, что на небе как бы действительно вспыхнула новая звезда.

Время разгорания новой звезды занимает всего лишь несколько дней, между тем как последующее ослабевание ее блеска (всегда до той же светимости, какую она имела до вспышки) продолжается несколько лет. В среднем, амплитуда изменения блеска новых звезд составляет около 11 звездных величин, соответствующая изменению в 25 000 раз. При этом светимость новой звезды во время наибольшего блеска (в максимуме) превосходит в несколько десятков тысяч раз светимость Солнца. В момент максимума новая звезда вы-

брасывает газовую оболочку, которая, расширяясь, удаляется от звезды со скоростью около 1 000 км/сек, рассеиваясь затем в пространстве. Между тем сама новая звезда, в процессе претерпевшей ее катастрофы, вызванной неизвестными нам причинами, разогревается и сжимается, превращаясь в ультрабелого карлика.

В последние годы выяснилось, что наряду со вспышками новых звезд, но гораздо реже, происходят еще более грандиозные звездные вспышки, протекающие в общем таким же образом. Однако светимость подобных звезд в максимуме в тысячи раз сильнее, чем у обычных новых звезд, т. е. примерно в миллион раз больше светимости нашего Солнца. Такая звезда, называемая сверхновой, короткое время светит как целая звездная система — галактика, состоящая из миллионов звезд. Согласно статистике, в одной галактике за четыреста лет вспыхивает, в среднем, лишь одна такая звезда.

До сих пор сверхновые звезды с уверенностью наблюдались только в далеких от нас галактиках. В нашей же галактике, включающей в себя Млечный Путь и Солнце, со временем изобретения телескопа не наблюдалось ни одной такой вспышки. Между тем лишь в этом случае удалось бы быстрее выяснить происхождение этих чудовищных катастроф. Сверхновая звезда, вспыхнувшая в нашей галактике, будучи сравнительно близкой к нам, имела бы и огромную видимую яркость, что позволило бы изучить ее более всесторонне. Особенно важно, что в этом случае были бы шансы проследить, что делается со сверхновой звездой после вспышки, а возможно, посчастливилось бы узнать и ее физическое состояние до вспышки. Между тем до и после вспышки сверхновые звезды, появляющиеся в далеких от нас галактиках, совершенно невидимы.

Спектры сверхновых звезд еще мало изучены, но есть основание считать, что в отличие от обычных новых звезд выбрасываемые ими газовые оболочки (непосредственно в телескоп невидимые из-за дальности таких звезд) содержат мало водорода. Скорость их расширения больше, чем у новых звезд, составляя несколько тысяч км/сек.

Необычайно большая видимая яркость звезды, описанной китайцами, позволяет предположить, что эта была сверхновая звезда, вспыхнувшая в нашей галактике. Близкое совпадение места ее появления (указываемое в летописи лишь приближенно) с местонахождением крабовидной туманности, бедность водородом как этой туманности, так и сверхновых звезд, а в особенности примерное совпадение даты вспышки (1054 г.) с вычисленной по скорости расширения датой образования туманности — 1100-е годы — заставляют рассматривать последнюю как результат вспышки сверхновой звезды 1054 г. Очевидно, при катастрофе звезда истощила такую огромную массу газа, что еще до сих пор она видна как расширяющаяся яркая туманность, в противоположность быстро рассеивающимся газовым оболочкам, истощенным обычными новыми звездами.

Китайские летописи устанавливают видимый блеск сверхновой звезды 1054 г.; предполагая же, что она находится в туманности, т. е. на одинаковом с ней расстоянии от нас, можно вычислить ее светимость. Оказывается, в своем максимуме она была в 400 000 раз ярче Солнца, т. е. ее истинный блеск был типичным для сверхновой звезды. В настоящее же время эта звезда, если она тождественна со слабой звездочкой,

АНТИРЕТИКУЛЯРНАЯ СЫВОРОТКА ЦИТОТОКСИЧЕСКАЯ (АЦС)



Академик

А. А. БОГОМОЛЕЦ



овременная медицина располагает огромным запасом лечебных методов, которые можно разделить на две основные группы — симптоматическая терапия и терапия причинная.

Задача симптоматической терапии — устранять возникающие в течении болезни явления, вредно отражающиеся на состоянии организма и причиняющие больным страдания. Эффект ее зависит во многом от состояния реактивности организма.

Если, например, у больного псываются симптомы ослабления сердечной деятельности, то врач назначает так называемые сердечные средства, однако действие их зависит прежде всего от состояния сердца, его мышечной ткани, его нервов и питания сердечной мышцы. Успех симптоматической терапии определяется, таким образом, наличием или отсутствием в сердце запасных сил,

т. е. зависит от реактивности сердца и организма как целого.

Идеал современной клинической медицины — так называемая причинная терапия, ставящая перед собой задачу уничтожить в организме причины, вызвавшие заболевание. С этой целью современная практическая медицина довольно широко пользуется, например, различными химиотерапевтическими средствами, обладающими способностью воздействовать на возбудителей инфекционных заболеваний. Сюда относится хинин, применяемый при малярии, препараты салициловой кислоты — при ревматизме, препараты сульфида — при туберкулезе, ртути и мышьяка — при сифилисе и др.

Введение в медицинскую практику различных средств, рассчитанных на уничтожение в организме причины болезни, особенно в области разрывных болезней, — бесспорно крупное достижение. Однако опыт показывает, что действие всех этих препаратов не всегда приводит к оди-

упомянутой выше и находящейся в середине туманности, вдвое слабее Солнца. Впрочем, выражение «в настоящее время» не совсем верно. Такой, какой мы ее видим сейчас, и она и туманность были в 2100 г. до нашей эры, т. е. 3 000 лет тому назад. За это время поперечник туманности должен был увеличиться в $5\frac{1}{2}$ раз, а с самой звездой может быть опять уже произошли какие-либо изменения, о которых, однако, мы узнаем еще не скоро..

Известны еще два случая вспышки ярких звезд в нашей галактике, которые также, может быть, относятся к явлению сверхновых звезд. Оба они имели место недалеко до изобретения телескопа.

В 1574 г. известный астроном Тихо Браге наблюдал в созвездии Кассиопеи внезапно вспыхнувшую звезду, которая некоторое время светила ярче Венеры и была свободно видна днем. Постепенно ослабевая, она через несколько месяцев стала совершенно невидима для невооруженного глаза, и что произошло с ней дальше — неизвестно. Местоположение ее на небе не могло быть тогда определено с точностью, достаточной для того, чтобы отождествить ее с одной из многочисленных слабых звездочек, находящихся в этой области. Во всяком случае, поблизости от данного места до сих пор пока еще не обнару-

жено ни какой-либо необычайной звезды, ни какой-либо туманности.

В 1604 г. знаменитый астроном Кеплер также наблюдал вспышку звезды — в созвездии Змеедержца. Она лишь немногим уступала по блеску звезде Тихо Браге и, возможно, тоже являлась сверхновой. Ее положение на небе было определено более точно, и в 1942 г. в окрестностях были предприняты тщательные поиски туманности. Они увенчались успехом. На месте вспыхнувшей здесь звезды почти в точности была обнаружена маленькая туманность неправильной формы. Как и крабовидная туманность, она видна лучше на фотографиях, снятых через красный светофильтр. Спектры обеих туманностей весьма сходны друг с другом, но в данном случае расщепление линий если и есть, то значительно меньшее, чем у крабовидной туманности. Впрочем, слабое свечение новой туманности затрудняет более детальное ее изучение. Малая яркость туманности объясняется, вероятно, тем, что на пути к нам свет поглощается в пространстве. Вообще поглощение света в этом направлении очень велико.

Таким образом, последние два года принесли нам много интересных данных, послуживших для решения загадки о происхождении, физической природе и дальнейшей судьбе таких из ряда воин выходящих объектов, как сверхновые звезды и крабовидная туманность в созвездии Тельца.

заковыми результатами и что успех или неуспех лечения методами причинной терапии, так же как и при симптоматической терапии, в значительной степени зависит от состояния местной и общей реактивности организма.

Применение специфических химиотерапевтических средств при сифилисе, малярии и других инфекционных болезнях дает полный стерилизующий эффект лишь в том случае, когда в организме имеется достаточная реакция со стороны клеточных элементов физиологической системы соединительной ткани, — элементов, которые уничтожают в организме микробов, ослабленных воздействием на них специфически действующих веществ. В тех же случаях, когда реакция со стороны физиологической системы соединительной ткани недостаточная, успех специфической химиотерапии остается всегда под сомнением.

Из сказанного ясно, что возможность воздействия на реактивность организма путем усиления этой реактивности, возможность повышения защитных сил организма, его сопротивляемости болезни — важнейшая задача современной медицины, которая и должна стремиться к созданию этого нового направления в лечении болезней — к патогенетической терапии.

Для того, чтобы воздействовать на общую и местную реактивность организма, необходимо прежде всего знать, из чего складывается эта реактивность, с какими физиологическими закономерностями приходится считаться в тех случаях, когда требуется оказать на нее то или иное воздействие.

Громадную роль в регуляции реактивности организма играет нервная система. Однако роль ее в этой области изучена еще недостаточно.

Весьма большое значение для нормального сочетания функций организма имеет также состояние желез внутренней секреции. Значительный интерес представляют в этом отношении проводимые в Институте клинической физиологии Украинской Академии Наук и в Украинском институте экспериментальной биологии и патологии работы члена-корреспондента Академии Наук УССР Н. Б. Медведевой, разрабатывающей со своими сотрудниками вопросы физиологического значения коры надпочечных желез и новое учение об аутокатализе (аутокатализом обозначается процесс выработки клетками веществ, стимулирующих их жизнедеятельность). Когда мы научимся добывать из клеток их аутокатализаторы, возможность специфически усиливать и регулировать функции различных органов будет весьма расширена.

Особое значение в определении реактивности организма имеет физиологическая система соединительной ткани, влияние ее на сопротивляемость организма различным болезням.

От реактивности физиологической системы соединительной ткани зависит течение и исход в организме заразных болезней, злокачественных новообразовательных процессов (рак), заживание ран и язв, срастание переломов. Даже некоторые психические заболевания (например, некоторые формы шизофрении) связаны с нарушением функций клеточных элементов физиологической системы соединительной ткани.

Название «физиологическая система соединительной ткани» было предложено мной почти 60 лет назад, но и по сие время физиология еще

не зарегистрировала эту систему в числе других физиологических систем.

В течение долгого времени соединительную ткань рассматривали только как своего рода эластический скелет, — строму организма. Мечников называл ее «неблагородной», и, хотя ему принадлежит понятие «макрофагической системы», которое раскрыло для науки одну из самых важных функций физиологической системы соединительной ткани — ее защитную функцию, он все же недооценивал громадного значения этой системы для здоровья организма, для его сопротивляемости разным болезням, для его долголетия.

По мере изучения вопроса сфера влияния соединительной ткани на течение в организме жизненных процессов раскрывается все больше и больше.

Соединительная ткань образует в организме своеобразную физиологическую систему со сложными функциональными проявлениями. Гистологические элементы этой ткани чрезвычайно разнообразны. Так называемую неоформленную соединительную ткань населяют разнообразные активные клеточные элементы мезодермального происхождения.

Представление о неоформленности межклеточных веществ, продуцируемых клеточными элементами соединительной ткани, также является следствием недостаточного их изучения.

Строение так называемой неоформленной соединительной ткани — межклеточных веществ, строение так называемого гемато-паренхиматозного барьера чрезвычайно сложно, характерно и вместе с тем изменчиво.

Весьма интересна способность клеточных элементов физиологической системы соединительной ткани давать определенную гистологическую реакцию соответственно раздражителю. В большинстве случаев мы не можем указать причины, почему, например, около возбудителя туберкулеза формируются гигантские и эпителиальные клетки, а внедрение в ткань бледной спирохеты приводит к образованию плазмозы; однако закономерность этих явлений исключает возможность случайности. Многие из этих клеточных элементов, в том числе и капиллярный эндотелий, еще Мечников объединил в понятие макрофагических элементов. Позже значительная часть их была отнесена к ретикуло-эндотелиальной системе.

Однако учение о ретикуло-эндотелиальной системе далеко не исчерпывает различных функций физиологической системы соединительной ткани. Сами создатели этого учения постепенно приходят к заключению, что основы для подразделения ретикуло-эндотелиальной системы на группы клеток в зависимости от интенсивности процессов поглощения ими коллоидальных взвесей очень шатки. Такое же заключение сделал и академик Н. Н. Аничков, давший в своей известной монографии исчерпывающее изложение учения о ретикуло-эндотелиальной системе.

Говоря о деятельности физиологической системы соединительной ткани, необходимо различать следующие ее весьма важные для общей реактивности организма функции.

А. Регуляция питания клеток и активное участие в обмене веществ: трофическая функция (ферментативные процессы, образование и поддержание постоянства структуры функций гемато-паренхиматозного барьера и т. д.) и функция депо. Нарушение трофических (питательных) функций физиологической системы соединительной ткани может быть причиной различных па-

тологических состояний и одной из причин преждевременного старения организма.

Б. Активное участие в заживлении ран и язв, в срастании переломов, в процессах регенерации тканей: пластическая функция.

В. Далее, физиологическая система соединительной ткани участвует в реакции организма на инфекции, являясь местом выработки антител и осуществляя энергичную фагоцитарную и организующую деятельность: большинство инфекций протекает в физиологической системе соединительной ткани, реактивность которой в значительной мере определяет течение и исход инфекции.

Г. Физиологическая система соединительной ткани принимает активное участие в реакции организма на развитие в нем раковых новообразований. Еще в 1924 г. я высказывал положение, что рак едва ли может достигнуть клинического развития в организме, физиологическая система ткани которого сохранила достаточную сопротивляемость.

Функции, указанные в пунктах «В» и «Г», могли бы быть охарактеризованы общим названием защитных функций физиологической системы соединительной ткани.

Д. Повидимому, можно говорить и о внутрисекреторной ауторегуляции функций физиологической системы соединительной ткани. Однако при этом речь идет не о клазматозе (отпадание от клеток частиц плазмы), а об явлениях аутокатализа, в результате которых образуются стимулирующие вещества, особенно в селезенке.

Е. Физиологическая система соединительной ткани образует скелет (костный и эластический) организма — механическая функция.

Распространенная по всему организму, объединенная общими чертами био- и физико-химической структуры и физиологических функций, соединительная ткань играет в организме весьма важную трофическую роль и в большой степени определяет качество и количество его реактивности, а следовательно, определяет и самую конституцию организма.

Возраст организма, его здоровье зависят в значительной мере от возрастных изменений и физиологического состояния его соединительной ткани. В организме, как в целом, все физиологические системы находятся в состоянии взаимодействия. Физиологическая система соединительной ткани, отражая на себе разнообразные воздействия нервной, эндокринной и других физиологических систем, со своей стороны оказывает на их состояние весьма большое влияние. Так, в процессе взаимодействия физиологических систем физиологическая система соединительной ткани оказывает влияние на общую реактивность организма, на его физиологическую конституцию.

Еще в 1924 г. мной было предложено, различать следующие конституциональные типы организма по характеру его физиологической системы соединительной ткани: астенический, фиброзный, частозный и апоматозный.

Клеточные элементы физиологической системы соединительной ткани вырабатывают вещества различной химической природы, сформированные в виде волокон, а также неоформленные, мелко и грубо дисперсные (раздробленные). Заполняя пространства между капиллярами (волосяными сосудами) и клетками паренхимы, эти вещества вместе с эндотелием капилляров образуют так называемый гемато-паренхиматозный барьер. Но это в нашем представлении не только барьер, но

одновременно и депо всевозможных питательных веществ, откуда клетки черпают необходимые им энергетические и пластические ресурсы. От состояния этого барьера, от качества составляющих его веществ зависит питание прилегающих к нему клеток паренхимы. Поясню примером. Если клетки микроглии выполняют трофические функции по отношению к клеткам нервной системы, то в настоящее время это можно представить себе как создание вокруг них постоянных запасов энергетических и пластических веществ, поступающих в окружающую среду одновременно с удалением остатков обмена нервных клеток. Этот процесс постоянного созидания и обновления гемато-паренхиматозного барьера представляет ряд сложнейших биохимических и биофизических процессов, протекающих в клетках физиологической системы соединительной ткани.

Поэтому совершенно понятно, что нарушение функций микроглии может стать причиной нарушения функций нервных клеток и, например, в некоторых случаях шизофрении — стать существенным патогенетическим фактором этого весьма сложного психического заболевания.

От состояния гемато-паренхиматозного барьера, создаваемого клетками физиологической системы соединительной ткани, в значительной мере зависит функциональная деятельность высокодифференцированных паренхимных элементов, местная и общая реактивность организма, его здоровье, его долголетие.

Нет никакого сомнения, что нарушение функций физиологической системы соединительной ткани играет огромную роль при возникновении тех патологических состояний организма, которые являются важнейшими препятствиями для достижения человеком нормального долголетия. Я имею в виду то значение, какое имеют нарушения функций физиологической системы соединительной ткани для возникновения гипертонии и рака.

Роль физиологической системы соединительной ткани в борьбе против развития в организме раковых опухолей представляется нам в следующем виде: в то время как макрофаги, образуясь на месте или проникая в ткань опухоли, разрушают клеточные элементы рака, фибробласты, а также макрофаги создают вокруг опухолевых очагов мощную демаркационную полосу, которая препятствует инфильтрующему росту опухоли, как бы ухудшая опухолевые зачатки в своих кольцах, и, прорастая внутрь опухоли, способствует замещению опухолевых клеток рубцовой тканью.

Мне кажется, что прежние работы мои и проф. И. М. Неймана, и в особенности выполненные в нашем институте работы проф. Р. Е. Кавецкого и его сотрудников, а также работы проф. Н. Б. Медведевой несомненно доказывают защитное значение клеточных элементов физиологической ткани в борьбе организма против рака. Вместе с тем, как увидим ниже, они показывают что на эту защитную реакцию можно воздействовать стимулирующим образом с помощью предложенной мной антиретикулярной цитотоксической сыворотки. Эти же работы проливают некоторый свет на самый механизм цитотоксической стимуляции.

Приведенная характеристика роли физиологической системы соединительной ткани в жизнедеятельности организма показывает, какое большое значение имеет возможность влиять на реактивность этой системы, в особенности при заболеваниях организма.

В поисках агента для такого влияния я остановился на цитотоксической стимуляции.

Еще в 1900 г. Мечников высказал предположение, что с помощью малых доз цитотоксических сывороток удается, с одной стороны, усилить в организме функцию «наиболее ценных элементов», а с другой — вызвать «ослабление наступательного стремления фагоцитов». Совместно с Безредкой он опубликовал результаты исследований, согласно которым с помощью малых доз гемолитической сыворотки можно было в некоторых случаях усилить образование эритроцитов (Мечников), а с помощью лейкотоксической сыворотки — вызвать лейкоцитоз (Безредка).

В своих исследованиях Мечников натолкнулся, однако, на ряд затруднений, заставивших его прекратить эти опыты. Основным препятствием для дальнейшей разработки мечниковской гипотезы явилось неумение дозировать содержание цитотоксинов в цитотоксической сыворотке, и на ряд лет вопрос этот был предан забвению.

Исходя из того, что в борьбе за здоровье организма и за его нормальное долголетие огромное значение приобретает возможность специфического воздействия на состояние физиологической системы соединительной ткани, я в качестве такого средства предложил антиретикулярную цитотоксическую сыворотку, сокращенно обозначенную начальными буквами «АЦС».

Мной и моими сотрудниками было проведено большое количество исследований. В опытах, проведенных в нашем институте врачами Л. А. Варшавским и И. А. Леонтьевым, было показано, что путем стимулирования антиретикулярной цитотоксической сыворотки физиологической системы соединительной ткани кролика можно повысить в несколько раз содержание в крови кролика гемолизинов и агглютининов; исследования доктора Неймана показали, что двукратное впрыскивание стимулирующей дозы сыворотки, цитотоксической для мышц соединительной ткани, было вполне достаточным для того, чтобы сохранить жизнь у 70% мышей при заражении их спирохетой Duttoni, тогда как у контрольных животных смертность доходила до 100%.

Исходя из положения, что рак не может достичнуть клинического развития в организме, физиологическая система соединительной ткани которого обладает достаточной сопротивляемостью, я, совместно с доктором И. М. Нейманом, изучил влияние стимуляции и блокады сывороткой клеточных элементов физиологической системы соединительной ткани на прививаемость раковых трансплантов. Оказалось, что блокирующие дозы благоприятствуют прогрессивному развитию транспланта. Напротив, малые дозы стимулируют разрастание демаркационной полосы, активируют макрофагов, резко понижают процент положительных результатов трансплантации и имеют большое профилактическое значение даже при однократном применении сыворотки.

Принципиальное значение этих исследований заключается в том, что они доказывают важную роль активных элементов соединительной ткани в борьбе с развитием в организме ракового новообразования.

Если можно говорить о раковом диатезе, то одним из элементов этого диатеза является угнетение, ослабление тех защитных сил организма, которые, как и явления иммунитета против инфекции, зависят от состояния физиологической системы соединительной ткани. Продолжая наши опыты, доктор И. М. Нейман показал, что стимуляция соединительной ткани антиретикулярной цитотоксической сывороткой приводит во многих случаях к полному исчезновению больших рако-

вых опухолей у мышей и уменьшает количество метастазов рака в легких.

Доктор О. А. Богомолец применил антиретикулярную цитотоксическую сыворотку при экспериментальных переломах костей у кроликов. Было установлено, что в то время как большие дозы сыворотки, угнетая рост остеобластов, оказывают задерживающее влияние на срастание переломов на много месяцев, стимулирующие дозы, напротив, весьма ускоряют срастание переломов, способствуя быстрому росту полноценной костной мозоли.

Эти экспериментальные данные побудили нас применить сыворотку, как средство патогенетической терапии, при целом ряде заболеваний человека — в тех случаях, когда казалось необходимым стимулировать трофическую, пластическую или защитную функции физиологической системы соединительной ткани.

Для применения у человека антиретикулярная цитотоксическая сыворотка получается путем иммунизации лошадей клетками селезенки и костного мозга, взятыми от человеческого трупа. Наиболее подходящими для этой цели являются трупы людей, погибших скоропостижно, не страдавших никакими инфекционными болезнями.

Весьма важным был, конечно, вопрос об определении количества цитотоксинов в полученной сыворотке. Как было указано, Мечников считал его труднейшим для разрешения. Оказалось, однако, что его разрешить очень легко, применив для этой цели несколько измененную реакцию Борде — Жангу (Bordet — Gengou), так называемую реакцию связывания комплемента. Практически мы считаем возможным применять с лечебной целью такие сыворотки, которые дают связывание комплемента в разведении не менее чем 1:100. Наиболее сильная сыворотка, полученная в моей лаборатории П. Д. Марчуком для человека, давала связывание комплемента в разведении 1:240.

С лечебной целью антиретикулярная цитотоксическая сыворотка впрыскивается человеку подкожно при титре 1:100 в дозе 0,03—0,10 см³. Предварительно, перед впрыскиванием сыворотка разводится в 10 раз изотопическим раствором поваренной соли. Большой клинический опыт показал, что такая сыворотка обладает в указанных малых дозах весьма сильным стимулирующим действием на клеточные элементы физиологической системы соединительной ткани.

Результаты клинического применения «АЦС» изложены в трудах Киевской конференции по физиологической системе соединительной ткани, изданных в 1941 г., и в опубликованных в конце 1942 г. трудах Уфимской конференции о применении «АЦС» в госпиталях в борьбе с последствиями военной травмы, а также при инфекционных болезнях. Поэтому ограничусь лишь кратким подведением некоторых итогов.

Работы моих сотрудников (проф. Р. Е. Кавецкого, доктора Ю. А. Спасокукоцкого, Г. Ф. Дядюши, Федюшина, Слонима, Е. П. Бегильдеевой и др.) показали, что, применяя антиретикулярную цитотоксическую сыворотку после операции удаления раковой опухоли, можно значительно понизить процент рецидивов рака желудка и рака грудной железы. Весьма интересно, что профилактическое действие сыворотки против рецидивов рака наблюдается именно в тех случаях, когда под влиянием сыворотки восстанавливается способность кровяной сыворотки ракового больного растворять раковые клетки. Как известно,

эта канцеролитическая способность у раковых больных обычно бывает весьма пониженной или совершенно отсутствует.

Эти же исследования, а также работы проф. А. Ю. Лурье, доктора Динермана и других показали, что, применяя сыворотку у неоперабельных раковых больных, можно добиться улучшения общего состояния организма, уменьшения или прекращения болей, исчезновения метастазов рака в лимфатических узлах и, в ряде случаев, продлить жизнь больных.

«АЦС» не излечивает рака. Рак должен возможно раньше удаляться хирургом. Но я уверен, что систематическое широкое внедрение в практику предложенного нами нового метода профилактики раковых рецидивов с помощью стимуляции физиологической системы соединительной ткани антиретикулярной цитотоксической сывороткой может сохранить ежегодно многие тысячи человеко-лет.

При инфекционных болезнях можно считать твердо установленным, что, применяя «АЦС» при скарлатине в самом начальном периоде болезни, во многих случаях удается купировать заболевание, а в других случаях — значительно облегчить его течение (акад. А. А. Богомолец и доктор П. Д. Марчук).

Профессор И. Н. Ищенко сообщил, что при генерализованной хирургической (стафилококковой и стрептококковой) инфекции сыворотка часто дает результаты, значительно лучшие, чем другие методы. В клинике проф. А. Ю. Лурье установлено профилактическое действие сыворотки в отношении послеродовой инфекции, а также весьма эффективное лечебное действие в случаях послеродовых инфекций.

Академик Н. Д. Стражеско пишет: «Предварительные наблюдения в клинике над лечением сепсиса и острого ревматизма цитотоксической антиретикулярной сывороткой дают утешительные результаты и позволяют думать, что на другие хронические инфекционные процессы во второй стадии их течения сыворотка будет оказывать также благоприятное влияние». Одновременно акад. Стражеско предостерегает от применения «АЦС», особенно внутривенно, у лиц, страдающих во время инфекции эндокардитом и миокардитом.

Под влиянием «АЦС» значительно облегчается течение сыпного тифа. Ряд клиницистов отметил благоприятное действие «АЦС» при нейроинфекциях. Работы доктора О. А. Богомольца показали на большом экспериментальном и значительном клиническом материале свойства «АЦС» ускорять срастание переломов костей и образование костной мозоли. Это ускоряющее действие «АЦС» на срастание переломов особенно ярко оказывается в случаях задержки срастания после огнестрельных переломов и во многих случаях спасает от ампутации. Все это в настоящее время подтверждено очень большим количеством наблюдений, проведенных в многочисленных звакогоспиталях.

Проф. А. В. Гиляровский, проф. В. П. Протопопов, проф. Я. П. Фрумкин, проф. Э. М. Залкинд, врачи Мизрухин, Галенко и др. указали на лечебный эффект «АЦС» при шизофрении, когда патогенез этого заболевания оказывается связанным с нарушением функций мезоглии.

Как видим, антиретикулярная цитотоксическая сыворотка с успехом применяется при весьма различных заболеваниях. Однако необходимо еще раз подчеркнуть, что терапевтический эффект сыворотки заключается лишь в одном: в ее способности стимулировать физиологическую актив-

ность физиологической системы соединительной ткани при применении в малых, стимулирующих дозах, в среднем около $0.05-0.1 \text{ см}^3$ (примерно 1–2 капли). В некоторых случаях для стимуляции оказывается достаточным троекратное введение еще меньших доз — 0,03 и даже 0.01 см^3 . Большие дозы сыворотки оказывают на физиологическую систему соединительной ткани угнетающее действие.

Итак, терапевтический эффект сыворотки при различных заболеваниях обусловливается исключительно ее стимулирующим действием на физиологическую систему соединительной ткани, от состояния которой в большой степени зависят сопротивляемость организма и его защитные и пластические реакции. В связи с этим особый интерес приобретает изучение вопроса об одновременном лечебном действии «АЦС» и медикаментозного лечения, особенно при некоторых хронических инфекциях (малярия, сифилис и др.).

Каков же механизм действия антиретикулярной цитотоксической сыворотки?

Об этом до некоторой степени позволяют судить уже приведенные выше данные о влиянии малых стимулирующих доз сыворотки на основные функции физиологической системы соединительной ткани: пластическую, защитную и трофическую.

Стимулирующее действие сыворотки на пластическую функцию весьма ярко оказывается в ускорении роста остеобластов и процесса образования костной мозоли при переломах. Влияние сыворотки на трофические функции происходит в тех случаях, когда в основе патогенеза данного заболевания лежит нарушение именно этих трофических функций. Примерами могут служить: благоприятный эффект при лечении свежих случаев гипертонии, возникшей на почве нарушения функций гемато-паренхиматозного барьера, лечебный эффект сыворотки при озене, упомянутое выше благоприятное действие «АЦС» при некоторых формах шизофрении и пр. Наконец, большое количество примеров свидетельствует о весьма сильном активирующем действии сыворотки на защитные функции физиологической системы соединительной ткани. Как данные эксперимента, так и клинические данные не оставляют никакого сомнения, что стимулирующее действие сыворотки на физиологическую систему соединительной ткани является вместе с тем стимуляцией защитных сил организма в его борьбе против инфекций.

О механизме действия антиретикулярной цитотоксической сыворотки можно судить по ряду тестов, разработанных в руководимом мной институте и представляющих собой различные функциональные пробы на состояние реактивности физиологической системы соединительной ткани. С помощью сравнительно простых методик эти пробы позволяют определить состояние реактивности и ее изменения под влиянием сыворотки.

Разработка учения о тестах на функциональное состояние физиологической системы соединительной ткани дала возможность устанавливать показания и противопоказания для применения «АЦС». В настоящее время ряд тестов широко применяется в клинической и госпитальной практике.

Клиническая терапия (химическая, физическая, хирургическая), направленная на уничтожение причины болезни, должна быть одновременно патогенетической терапией, т. е. направляться на поддержание и усиление тех реакций организ-

ма, которые служат наилучшим препятствием для развития в нем данного заболевания.

Физиологическая система соединительной ткани является той ареной, на которой в первую очередь разыгрываются патологические процессы. Нет и не может быть заболевания организма, в развитии и течении которого физиологическая система соединительной ткани не принимала бы весьма деятельного участия. Вот почему возможность поддержать реактивность физиологической системы соединительной ткани, ее пластические, трофические и защитные функции на должной высоте является одной из самых существенных задач патогенетической терапии.

Антиретикулярная цитотоксическая сыворотка — новое весьма сильное и специфическое средство патогенетической терапии, которое при правильном применении его в клинике, часто в комбинации с лечебными средствами причинной и симптоматической терапии, может в высокой степени способствовать успеху лечения.

Как уже сказано, «АЦС» применяется с целью стимуляции физиологической системы соединительной ткани в чрезвычайно малых дозах, измеляющихся для человека сотыми долями кубического сантиметра. Доза в несколько десятков кубических сантиметров уже может оказать прямо противоположное, угнетающее (блокирующее) действие. Все же эти дозы, даже блокирующие, во много раз меньше сбыточно применяемых терапевтических доз различных антитоксических и бактерицидных сывороток.

Я считаю что стимулирующее действие сыворотки в основе своей зиждется на явлениях аутокатализа. Малые дозы «АЦС», попадая в гистиоцитарные элементы, вызывают в них процессы, побуждающие к выработке ими веществ, действующих активирующими образом на их же функции. Можно предполагать, что эти вещества выделяются гистиоцитами, абсорбировавшими сыворотку, в кровь и лимфу, и именно они в дальнейшем являются специфическими стимуляторами клеточных элементов физиологической системы соединительной ткани.

Мне кажется что в действии нашей сыворотки на гистиоциты и другие элементы физиологической системы соединительной ткани большую роль играют также явления физиологического резонанса. Хотя антиретикулярная цитотоксическая сыворотка вводится в весьма малых количествах, но все же эти малые количества содержат весьма большое количество биологических активных, специфически (био- и физико-химически) настроенных мицелл-цитотоксинов.

Если искать аналогий для пояснения стимулирующего действия сыворотки, то скорее всего их

можно найти в области наилучших специфических ферментных реакций. Действие сыворотки в первую очередь оказывается на клеточных элементах (гистиоцитах) селезенки и лимфатических узлов.

Проф. Е. А. Татаринов в нашем институте наблюдал чрезвычайное усиление под влиянием «АЦС» процесса превращения ретикулоцитов лимфатических синусов в свободно лежащие гистиоцитарные элементы.

Что представляет собой огромная масса лимфатических узлов в организме?

Это громаднейший, на всю жизнь запас активной мезенхимы, откуда непрерывно идут ко всему организму необходимые пополнения. Мы знаем, что атрофия лимфатических узлов является одним из наиболее постоянных проявлений старческого увядания организма. Нам кажется, или, правильнее сказать, мы надеемся, что антиретикулярная цитотоксическая сыворотка окажется средством продления физиологической активности трофических функций физиологической системы соединительной ткани. В этом случае сыворотка будет служить одним из средств для борьбы против преждевременного старческого увядания организма, для борьбы за его нормальное долголетие.

Большой интерес представляют в этом отношении исследования члена-корреспондента Украинской Академии Наук Н. Б. Медведевой. Они показали, что под влиянием «АЦС» исчезают некоторые старческие изменения в химическом составе тканей и клеточные элементы старых животных восстанавливают ряд физико-химических и биохимических свойств, характерных для тканей молодых животных. Так, под влиянием «АЦС» увеличивается гидрофильность тканевых коллоидов до нормы, свойственной тканям молодых животных; ликвидируются некоторые изменения белкового состава тканей, характерные для старения; алиминируются из клеток накапливающиеся при старении нерастворимые соединения фосфора и азота; восстанавливается до нормы частично утрачиваемая при старении способность создавать запасы креатинового и сахарных эфиров фосфорной кислоты. Широко применяемая в настоящее время в госпиталях «АЦС» оказалась весьма полезной в борьбе с последствиями военного травматизма, а также с раневыми и другими инфекциями.

Как видно из всего сказанного, есть основание надеяться, что «АЦС» окажется также небесполезной и для профилактики и лечения тех патологических состояний, которые особенно часто являются причиной сокращения нормального долголетия человека.



Успехи советской микробиологии

Доктор медицинских наук, профессор.

Б. И. КЛЕЙН

Щ

ель нашей статьи — подвести итоги советской микробиологии за 25 лет, указать на ее связь с дореволюционным прошлым в этой области науки и обрисовать ее ближайшие устремления в будущее. Микробиологию мы объединяем здесь с учением об иммунитете.

При такой постановке вопроса мы должны прежде всего иметь в центре нашего внимания работы крупнейших русских ученых — И. И. Мечникова и В. К. Высоковича.

И. И. Мечников создал в начале 90-х годов прошлого столетия теорию иммунитета к инфекционным болезням, состоящую в том, что микробы, попавшие в организм человека или животных, захватываются и поедаются белыми кровяными шариками (лейкоцитами), называемыми микросфагами. Кроме того, в крови существуют еще макрофаги, крупные одноядерные лейкоциты, захватывающие целые клетки. Само явление захватывания и переваривания микробов или целых клеток, а также каких-либо частиц, получило название фагоцитоза.

В 1886 г. была напечатана работа В. К. Высоковича о судьбе микробов в организме. Автор пришел к заключению, что главную роль в иммунитете играют эндотелиальные клетки, выстилающие стенки капилляров и других сосудов и обладающие способностью фагоцитоза, т. е. захватывания и поглощения микробов.

Современники И. И. Мечникова и В. К. Высоковича представляли себе клеточный иммунитет как результат фагоцитоза микробов многоядерными лейкоцитами и клетками эндотелия сосудов. На смену этим представлениям пришла теория ретикуло-эндотелиального аппарата Алоффа и Кюно, представляющая по существу старую теорию фагоцитоза русских ученых Мечникова и Высоковича, только в измененном виде. В самом деле, согласно старой теории, борьба с микробами осуществляется лейкоцитами и, кроме того, эндотелиальными клетками органов: селезенки, печени (так называемые Купферовские клетки),

костного мозга, лимфатических узлов. Представители же новой теории, прибавив к этому еще эндотелиальные клетки поджелудочной железы, яичек, мозгового придатка, зобной железы и коры надпочечников, объединили все в одну систему ретикуло-эндотелия. Кроме того, ими была углубленно разработана, так называемая «блокада» ретикуло-эндотелиальной системы путем впрыскивания в организм растворов красок и коллоидальных взвесей металлов, которые также захватываются клетками ретикуло-эндотелиальной системы. Таким образом, загрузив клетки целого органа, можно исключить его функцию в иммунитете, а, стало быть, и судить о степени важности и роли тех или других клеток в их борьбе с инфекциями.

Развитие теории ретикуло-эндотелиальной системы совпало по времени с началом советской микробиологии. Что же существенно нового внесла советская микробиология в теорию иммунитета? Ответ на это мы находим в работах научной конференции, состоявшейся в июне 1942 г. в г. Уфе при участии представителей различных медицинских специальностей — терапевтов, хирургов, невропатологов и др. во главе с Президентом Академии Наук УССР академиком А. А. Богомольцем.

Акад. А. А. Богомолец изложил на конференции свою теорию «физиологической системы соединительной ткани», чрезвычайно расширяющую понятие о ретикуло-эндотелиальных элементах. Согласно теории Богомольца, соединительная ткань выполняет следующие функции: трофическую (например, ферменты лейкоцитов), пластическую (образование рубцов и костной мозоли и т. д.), защитную в борьбе с микробами и с раковыми спухолями, наконец, функции саморегуляции и механизмы скелета. А. А. Богомолец и его ученики (Варшамов, Леонтьев, Марчук и др.), а также Каплинский впрыскивали крупным животным (лошадям) взвеси из органов ретикуло-эндотелиальной системы — селезенки, костного мозга, желез — и в результате получили антире-

тикулярную сыворотку, которая содержит противовирусные ретикуло-эндотелиальные клетки (цитолизины). При введении в организм большого количества антиретикулярной сыворотки наблюдается растворение и разрушение клеток ретикуло-эндотелиальной системы; наоборот, малое количество сыворотки раздражает клетки и стимулирует их деятельность.

Варшамов, Леснтьев и Капличский поставили следующие весьма интересные опыты: двум партиям кроликов впрыскивали тифозные культуры, причем одной партии впрыскивали тифозные культуры и антиретикулярную сыворотку, а другой — только тифозные культуры, без сыворотки. В результате у первой партии кроликов в крови оказалось в 4–6 раз больше антител (агглютининов, склеивающих тифозные культуры), чем у тех кроликов, которым впрыскивали тифозные культуры без антиретикулярной сыворотки. Отсюда ясно, что антиретикулярная сыворотка стимулировала, повышала работу ретикуло-эндотелия, вызывая усиленное образование противовирусных. Такого же рода результаты получались и с другими противовирусами, например с гемолизинами (противовируса, растворяющие красные шарики крови).

Эти опыты имеют большое принципиальное значение, так как показывают, что можно получить весьма активный раздражатель, возбуждающий деятельность ретикуло-эндотелиальной системы, усиливающей ее защитные функции, стимулирующий организм в его борьбе с инфекциями и с другими болезнетворными факторами.

Исходя из этого, акад. А. А. Богомолец предложил применять антиретикулярную сыворотку при различных заболеваниях людей, когда важно стимулировать защитные свойства организма. Многие участники конференции (акад. Стражеско, проф. Линдберг, Маньковский, Гилула и др.) указывали на благоприятные результаты, полученные у людей после впрыскивания этой сыворотки при инфекционных заболеваниях (скарлатина, сыпной тиф), при болезнях сосудов, при нервных и психических заболеваниях, при хирургических ранениях и т. д. Сыворотка эта успешно применялась при лечении ранений и отморожений (проф. Линдберг), при септических состояниях в связи с гнойными процессами, при перитоните после аппендицита, при остеомиелите, переломах костей, ревматизме, абсцессе легких, туберкулезе, при заражении крови (после родов и аборта) и при других заболеваниях.

Диапазон действия и степень эффективности этой сыворотки выяснят дальнейшие углубленные исследования, для нас же чрезвычайно важен тот факт, что акад. Богомолец нашел специфический стимулятор для клеток ретикуло-эндотелиальной системы, и это является огромным достижением клеточной теории иммунитета с точки зрения русской бактериологической школы Мечникова и Высоковича.

Весьма существенные результаты дали также работы акад. Н. Н. Аничкова, углубившие и расширившие учение о ретикуло-эндотелиальной системе, которой он посвятил крупную монографию.

Клеточная теория иммунитета Мечникова привела в дальнейшем к тканевой теории иммунитета проф. Безредки. Сущность ее заключается в том, что ткани и органы имеют своеобразные особенности, объясняющие ряд явлений невосприимчивости организма к инфекционным заболеваниям. Ткани, представляющие целые комплексы клеток, часто реагируют специфически на внедрение микробов. Так, например, стенки кишеч-

ника реагируют на тифозно-паратифозно-дизентерийные микробы, клетки кожи на гноеродные микробы и т. д.

В этой области советская иммунология выдвинула работы акад. А. Д. Сперанского, который на ряде опытов показал, что решающую роль в возникновении и течении инфекционных процессов играет центральная нервная система. Весьма интересны следующие наблюдения акад. А. Д. Сперанского и его сотрудников (Пономарева, Никитина и др.) над кроликами, которым ввели в вены так называемый кроличий лабораторный яд бешенства (фиксированный яд). Обычно при прямом введении этого яда в вены он не заражает кроликов. А. Д. Сперанский показал, однако, что можно вызвать у кроликов бешенство и при впрыскивании в вены, если предварительно выкачать спинномозговую жидкость и вызвать таким образом повреждение барьера между кровью и центральной нервной системой (нарушение гемато-энцефалического барьера). Если этот барьер нарушен, то кролик заражается бешенством.

Аналогичные по результатам факты Сперанский и его сотрудники получили при дизентерии и при дифтерии. Весьма интересно также то, что посредством перерезки определенных нервных путей было вызвано развитие язв, например на роговице, и т. д.

Опыты акад. Сперанского чрезвычайно важны с принципиальной точки зрения, поскольку они определяют роль и значение нервной ткани в ходе процессов инфекции и иммунитета. И это также является важным достижением в области тканевой теории иммунитета.

Таким образом, работы акад. Богомольца, акад. Аничкова и акад. Сперанского — существенный шаг вперед в развитии клеточной и тканевой теории иммунитета. Большое теоретическое и практическое значение этих работ, представляющих несомненное достижение советской микробиологии и иммунологии, бесспорно. Они открывают широкие горизонты для дальнейшего развития теории клеточного и тканевого иммунитета.

От теории перейдем теперь к практике. В 1892 г., по приезде из Парижа в Россию, И. И. Мечников прочитал в Киеве лекцию об иммунитете при холере. Излагая свои взгляды на этиологию холеры и иммунитет, И. И. Мечников поставил вопрос о борьбе с этим заболеванием. Крупнейший зоолог и биолог, И. И. Мечников выше всего ценил значение теории в практической борьбе с инфекционными заболеваниями. Как же осуществляла эту задачу русская школа Мечникова?

В начале 90-х годов прошлого столетия русский ученый Хавкин, ученик Мечникова, переселился из Одессы в Париж и вскоре, по предложению английского правительства, переехал в Индию (в Бомбей) для борьбы с эпидемией чумы. Здесь он впервые применил у десятков тысяч людей предохранительные прививки против чумы убийственными культурами чумных бактерий.

В 1895–1896 гг. из Киева в Бомбей выехала первая русская чумная экспедиция во главе с Е. К. Высоковичем; в состав ее входили патологоанатомы и бактериологи и в их числе тогда еще молодой врач Д. К. Заболотный, будущий Президент Академии Наук УССР и один из основоположников советской микробиологии и эпидемиологии. Проф. В. В. Подвысоцкий, известный патолог, прочитал тогда в Киеве студентам прекрасную лекцию о чуме, указав на большое значение русской экспедиции и вместе с тем под-

черкнув, что первые прививки против чумы убитыми чумными культурами предложены русским ученым Хавкиным.

Тот же Хавкин в 1898—1899 гг. первый применил на тысячах людей предохранительные прививки против холеры ослабленными холерными культурами. В 1899 г., после того как Пфейффер и Колле разработали в лабораторных исследованиях вопрос о прививках против брюшного тифа убитыми тифозными культурами и привили их двум лабораторным служителям, В. К. Высокович привил убитые тифозные культуры 235 солдатам Киевского гарнизона. Это был первый пример применения тифозных вакцин в войсках в более или менее крупном масштабе. Наконец, если мы вспомним, что прививки против тифа, дизентерии и холеры путем приема внутрь (через рот) таблеток из высущенных тифозных, дизентерийных или холерных бактерий были впервые предложены и разработаны русским ученым Безредкой, учеником Мечникова, то станет ясно, что в вопросе о профилактических прививках против таких инфекций, как чума, холера и тиф, руководящую роль в мировом масштабе играли русские ученые и именно школа Мечникова. Не умаляя значения работ Пфейффера и Райта в данной области, мы, однако, отмечаем самостоятельность русской бактериологической мысли в этих вопросах.

Разберемся теперь, что сделано в этой области советской микробиологией.

За время первой мировой войны накопился громадный, но зачастую противоречивый материал об антитифозных и антихолерных прививках. Прививки производились тогда различными способами, в различных условиях, и трудно было составить себе представление о степени их эффективности, да и самая их эффективность ставилась часто под сомнение. Необходимо было разобраться в этом материале, сделать какие-либо положительные выводы, установить нормы для вакцин, объединить методы их приготовления и вывести твердо обоснованные заключения для практической работы в будущем.

Эту задачу взяли на себя советские микробиологи — проф. А. А. Тарасевич (ученик В. В. Подвысоцкого и И. И. Мечникова) и проф. Заболотный, известный эпидемиолог и микробиолог. Вместе со старейшим микробиологом акад. Н. Ф. Гамалеем они были основоположниками советской микробиологии.

Работая в тесном контакте с органами здравоохранения, советские микробиологи провели углубленное изучение разных типов тифозных вакцин: убитых нагреванием или прибавлением формалина, с прибавлением сахарозы (8%), а также анавакцин (вакцины, убитые совместным действием формалина и температуры 40° в течение месяца). Кроме того, испытывались вакцины, осажденные квасцами и приспособленные к однократному впрыскиванию вместо обычного трехкратного. Были поставлены широкие эпидемиологические опыты с пероральными вакцинами (принимаемыми через рот), определены стандартные количества бактериальных тел, которые должны были содержать различные вакцины (тифозная, холерная, дизентерийная и др.), а также смешанные вакцины — тивакцина, тиф, паратифы (A и B), тифозно-паратифозно-холерная и др.

Приведем здесь краткий итог полученных результатов.

В работах Беседина на основании 350 тыс. прививок (из которых 188 тыс. было тифозной анавакцины, 80 тыс. гретой и 80 тыс. вакцины с

прибавлением формалина), установлено, что наилучший иммунитет дали формалинизованные вакцины и гретые. Несколько слабее получились результаты с анавакцинами. Сразнительные исследования, произведенные Петренко на обширном материале об эффективности подкожных и пероральных прививок против брюшного тифа, показали, что подкожные прививки уменьшают заболеваемость в 18 раз, а пероральные только в 4 раза. Таким образом, вопрос о сравнительной эффективности брюшнотифозных прививок был решен в пользу подкожных.

Прививки против дизентерии, прием внутрь, произведенные на весьма большом материале Бессединым и Антоновским, дали уменьшение заболеваемости от 4 до 10 раз.

Вопрос о профилактических прививках был поставлен на научных конференциях и в заседаниях научных комиссий в определенные рамки: были выработаны нормы, формулированные в инструкциях для органов здравоохранения и научно-производственных институтов. Но советская микробиология не остановилась на этих достижениях. Советские ученые искали и ищут новых путей в борьбе за эффективность профилактических навыков.

Так как пероральные прививки при брюшном тифе оказались в 4—5 раз менее эффективными, чем подкожные, то советская микробиология подготовила пути к переходу от пероральных антидизентерийных прививок к подкожным. Здесь, однако, значительным препятствием служила большая реактивность подкожных антидизентерийных прививок (высокая температура, отеки, тяжелое общее состояние). Чтобы устранить эти явления, Косарева и Розенблат, Эльберт и Гайский, Чернохвостов и др. испытали дизентерийные анавакцины, которые убивались совместным продолжительным действием температуры в 40° и формалина (0,4%).

Такие вакцины лучше переносятся организмом. Кроме того, их стали применять в виде соединенных ассоциированных вакцин TABD, представляющих смесь из тифозных, паратифозных (A и B) и дизентерийных бактерий, убитых формалином и продолжительным воздействием температуры в 40°.

Такие ассоциированные вакцины успешно применяются сейчас в г. Фрунзе Киргизской ССР (проф. Эльберт и его сотрудники), с учетом реакции на вакцины со стороны прививаемых и образования в их крови противотел против тифа, паратифов и дизентерии.

Необходимо, далее, отметить новые методы прививок против чумы, предложенные Покровской и Жуковым-Вережниковым. Покровская исследовала действие бактериофага на чумные палочки и выделила такую чумную культуру, которая под влиянием бактериофага совершенно потеряла свою вирулентность и для животных и для человека. Весьма замечательно, что после прививки такой невирулентной (авирулентной) культуры чумы животные становились невосприимчивыми к заражению свежими вирулентными культурами чумы. Около 80—90% животных, подготовленных предварительными впрыскиваниями этих живых авирулентных чумных культур, остались в живых после впрыскивания вирулентных культур чумы. Замечательно также, что эти животные остались невосприимчивыми и к легочной форме чумы, против которой не предохранят обычные бульонные, убитые нагреванием, чумные вакцины.

Таким образом, прививки живыми авирулент-

ными культурами чумы по методу Покровской обладают большими преимуществами сравнительно с другими противочумными вакцинами. Однако дальнейшее углубление исследования должно выяснить, насколько такие живые, хоть и резко ослабленные, культуры могут вообще применяться для профилактики чумы.

Свообразный метод прививки против чумы предложил Жуков-Вережников. Это особые типы живых чумных культур, вызывающие у животных заболевание, резко отличающееся от чумы. Однако возможность практического применения таких живых вакцин должна быть еще доказана рядом углубленных исследований.

Весьма важные результаты получены советскими учеными в области туляремии, болезни, протекающей обыкновенно с перемежающимися повышениями температуры, припуханием желез и т. д. Проф. Эльберт и Гайский исследовали ряд культур туляремии и доказали, что можно приготовить вакцину из авирулентных живых культур, которая предохраняет животных против заражения живыми вирулентными микробами туляремии. Дальнейшие наблюдения должны выяснить степень применимости такой вакцины.

В исследованиях комбинированных тифозно-паратифозно-дизентерийных вакцин и прививок живыми авирулентными культурами при чуме и туляремии советские микробиологи значительно опередили зарубежных.

Общеизвестны также те обширные размеры, какие приняли у нас предохранительные прививки против дифтерии у детей и профилактические прививки против столбняка в воинских частях Красной Армии посредством дифтерийного и столбнячного анатоксинов (соответствующих бактериальных ядов — токсинов, ослабленных совместным действием формалина (0,4%) и температуры в 40° в течение около месяца).

Перейдем к следующему вопросу современной микробиологии — бактериофагии¹.

В этой области советская наука расширяет и углубляет феномен бактериофагии Творта — Д'Эрелля как теоретически, так и практически. Следует все же упомянуть, что явления самопроизвольного растворения — лизиса — бактерий еще в 90-х годах были описаны Н. Ф. Гамалеем в отношении культур сибирской язвы и Хавкиним — бульонных культур чумы. Однако несомненно, что учение о бактериофаге в современном его виде создано Д'Эреллем в его опытах с дизентерийными культурами, хотя на год раньше его Творт описал такие же явления у стафилококков.

Работы советских ученых разделились в этой области на три течения. Н. Ф. Гамалеем, Покровской и Сукиев отстаивали живую природу бактериофага. Сукиев полагал, что микробы могут переходить в невидимую стадию (авизуальную), представляющую собой бактериофаг. С другой стороны, Казарновская, Фишер, Ермольева признали ферментоподобную природу бактериофага, причем Ермольева склонна даже причислять его к безазотистым веществам. Наконец, представители Института микробиологии УССР (проф. Дроботько и др.), будучи противниками живой природы бактериофага, считают его составной частью бактериальной клетки и приводят его в связь с иммунными свойствами бактерий.

Следует отметить оригинальные производственные методы советских ученых в области

бактериофагии и именно способы получения фагов в сухом виде. У нас получены сухие фаги в виде таблеток путем адсорбции мелом, и проведено в жизнь производство фагов на плотной питательной среде. С точки зрения технологии это представляет значительное усовершенствование в производстве фагов.

В списках трофеев, взятых нами у немцев, имеется перечень вакцин, лечебных сывороток и бактериофагов, применявшихся в германской армии. Оказывается, немецкие дизентерийные бактериофаги гораздо слабее наших (примерно в два раза) и, кроме того, все их фаги жидкые, тогда как Красная Армия снабжается и сухими фагами.

Необходимо упомянуть также о тех обширных размерах, которые принимало в СССР профилактическое фагирование всех лиц, находившихся в соприкосновении с дизентерийными больными.

Большие достижения имются у нас и в области холерного фага (Ермольева, Якобсон и др.). Ермольева сообщает, что в 1938 г. она произвела обработку колодцев холерным бактериофагом в пограничных районах с Афганистаном, в результате чего было предупреждено появление холеры.

Вокруг всех этих ведущих проблем группируются другие вопросы нашей микробиологии. Успешно разрабатывается вопрос о типах микробов. Как выяснилось, микробы, принадлежащие к одному и тому же виду (например микроб дизентерии), могут разделяться на более мелкие группы, различающиеся между собой некоторыми существенными особенностями. Эти более мелкие группы получили название типов. Они часто различные по своим способностям разлагать углеводы или склеиваться (агглютинироваться) определенными сыворотками.

Много типов имеется среди пневмококков, вызывающих воспаление легких. Этот вопрос весьма подробно разработан Викторовым и его сотрудниками. Кроме того, детально исследованы типы у менингококков, возбудителей воспаления спинного мозга (Крестовникова), у капсульных бактерий, вызывающих тяжелое заболевание горла — риносклерому (Эльберт, Дроботько), у дизентерийных бактерий (Гольдин).

Весьма подробно исследованы возбудители различных форм сыпного тифа (риккетсиизы) и разработаны профилактические прививки против этого заболевания (Кронтовская, Левкович, Петрищева).

Вопросы гриппа исследовались Смородинцевым в свете нового учения о вирусах, т. е. о невидимых микробы, проходящих через фильтры. Следует сказать также о работах экспедиций Смородинцева и акад. Павловского в Средней Азии, собравших новые данные об особенной форме энцефалита (воспаление мозгового вещества) и о клещевом сыпном тифе.

Много работ проведено советскими микробиологами по выяснению тех структурных частей бактерий и их ядов, которые вызывают в живом организме образование противотел (так называемые антигенные свойства микробов). В этом направлении следует упомянуть работы Викторова об особых бактериальных углеводах, так называемых полисахаридах. Дроботько исследовал так называемый полный антиген Буавена. Деркач изучил токсины и эндотоксины (внутриклеточные яды) тифа.

Большие успехи сделала советская микробиология и в области изучения анаэробных микробов, развивающихся без доступа кислорода, как, например, микробы газовой гангрены. На высо-

¹ Бактериофагия — явление самопроизвольного растворения бактерий, передающееся из одного бактериального поколения в другое.

ком уровне находится производство сыворотки против газовой гангрены, благодаря применению новейших методов иммунизации лошадей (Зеленинская). Лечебные и профилактические сыворотки против анаэробных инфекций весьма эффективны.

Такие успехи дали возможность широко развернуть профилактику столбняка и газовой гангрены в Красной Армии путем предварительного впрыскивания соответствующих сывороток во всех подозрительных случаях. Этими мероприятиями анаэробные инфекции в Красной Армии сведены к минимуму.

Для борьбы с анаэробными инфекциями, Бурова, Нечаевская, Мельников и Фролов получили и с успехом применили особенные бактериальные препараты, так называемые анаэробные антивирусы¹, а в институтах им. Мечникова в Москве, в Тбилиси, во Фрунзе и в других городах изучаются анаэробные бактериофаги против возбудителей газовой гангрены. Теоретически разрабатывался весьма важный вопрос о скрытой инфекции при анаэробах, проливающей свет на целый ряд поздних вспышек газовой инфекции после ранений (Баскин и Кричевский).

Мы изложили, таким образом, главные проблемы, которые усиленно изучались советской микробиологией. В кратком очерке невозможно охватить даже наиболее существенные стороны этой деятельности и пришло ограничиться указанием на главные вехи, на узловые вопросы.

Остается еще упомянуть о новых исследованиях советской микробиологии, об ее устремлениях в ближайшее будущее, устремлениях, которые находятся в тесной связи с общими перспективами современной микробиологии и иммунологии.

Наибольшие успехи за последние 25 лет микробиология сделала, несомненно, в области профилактики; предохранительные прививки антисинами против дифтерии и столбняка — наиболее крупные ее достижения. Что же касается лечебных сывороток, то некоторые из них, например антистрептококковая, антименингококковая, антиневромокковая, должны были уступить место новейшим химиотерапевтическим препаратам: стрептоциду, сульфидину и другим препаратам сульфаниламидового ряда. При септических заболеваниях, при воспалении спинномозгового канала, при воспалении легких вместо сывороток мы с большим успехом применяем указанные химиотерапевтические препараты, и химиотерапия непрерывно дает все новые препараты с бактерицидными (бактериоубивающими) и бактериолитическими (бактериорастворяющими) свойствами.

Однако микробиология не сдает своих позиций в этой области. Она нашла новый источник бактерицидных и бактериолитических веществ внутри самих бактерий. Как показали исследования, существуют бактерии, которые содержат вещества, убивающие и растворяющие другие бактерии. Это так называемые антиагонисты бактерий (Мечников, Николь). Недавно из одного почвенного микробы под названием «короткая палочка» (*B. brevis*) Дюбо выделил бактерицидные вещества необычайной силы: уже $\frac{1}{1000}$ миллиграмма (так называемая гамма) обнаруживает резкие бактериоубивающие свойства. Вещество это получило название тиротрицина; из него же выделены ве-

щества — грамицидин и тироцидин, из которых первое убивает так называемые грам-положительные микробы, а второе — грам-негативные (они отличаются по своей способности скрашиваться или не окрашиваться краской Грама). Как показали опыты, одной гаммы достаточно, чтобы предохранить от смерти лабораторное животное, получившее 30 000 смертельных доз пневмококков.

У нас в Союзе такие вещества выделили Браунштейн, Коникова, Крицман. Кроме того, Карабильников шоучил бактериоубивающее вещество «мицетин», действующее на микроорганизмы разных инфекций.

Все сказанное относится к практическим достижениям советской микробиологии. Остановимся в заключение на ее теоретических искахиях.

Большое количество научных работ проведено советскими микробиологами по вопросу изменчивости бактерий и так называемой циклогенеза. Зарубежная микробиология долго находилась во власти теории изменчивости, согласно которой свойства бактерий являются непостоянными: одни типы бактерий переходят в другие, и границы между видами стираются. В общем, намечался возврат от строго определенной классификации бактерий известного ботаника Фердинанда Кона к воззрениям Нэгели, утверждавшего, что одни бактерии могут превращаться в другие. С другой стороны, под влиянием Эндерлейна и Лениса стало распространяться учение о циклогенезе, согласно которому бактерии проходят особый цикл развития и формы изменчивости представляют только определенные стадии в цикле развития бактерий. Результаты многочисленных изысканий советских микробиологов, их точка зрения на этот вопрос была сформулирована проф. Дроботко на специальной конференции в Киеве в 1936 г.: циклогенез не оправдывается фактами и может считаться опровергнутой; в отдельных группах бактерий имеются намеки на циклостадии, которые не должны быть обобщены.

Точно так же подтверждаются данные о половом процессе у бактерий, на которые указывают некоторые авторы. Имшансецкий нашел только отдаленные намеки в этом направлении у некоторых так называемых миксобактерий.

Что касается изменчивости бактерий, то правильный взгляд на этот вопрос диктуется теми общими установками, какие даны акад. В. Л. Комаровым в учении о виде у растений. Перенося принципы В. Л. Комарова в область микробиологии, мы приходим к понятию об укрупненном виде, и в связи с этим возникает необходимость пересмотра принципа систематики бактерий с новых позиций (Шапошников, Кудрявцев, Клейн). Если принять за основную систематическую единицу не мелкий «распыленный» вид, а более крупный, то многие факты изменчивости бактерий могут быть рассматриваемы как внутривидовая изменчивость. В такой форме вид с точки зрения эволюции представляется пластическим, и это обстоятельство должно способствовать созданию новой системы микробов на широких принципах дарвинизма. Динамический вид в его движении, с разновидностями и формами вполне соответствует нашим представлениям об эволюции.

Таким образом, современные стремления советской медицины микробиологии направлены к одновременному развитию практики и теории. Наша микробиология работала и работает для здравоохранения страны и героической Красной Армии, для славы и величия всего Советского Союза.

¹ Антивирусы, по Безредке, представляют продукты бактериального распада и получаются путем фильтрации старых бульонов культур бактерий.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Доктор физико-математических наук

В. Л. ГИЛЬЗУРГ

Шентральная проблема современной физики состоит в изучении элементарных частиц. Познакомить читателя с элементарными частицами и является целью настоящей статьи.

Атом

Мысль о том, что все тела состоят из мельчайших неделимых частиц — атомов — возникла еще в глубокой древности. Нам нет, однако, необходимости отправляться в исторические экскурсии, поскольку лишь в XIX веке атомная гипотеза стала на твердую почву, а в начале XX века — была бесспорно доказана и официально признана. В самом слове атом (что по гречески означает неделимый) отражена мысль о неизменности атома, о том, что он является простейшим кирпичом материи. В этом смысле атомы и рассматривались, если говорить современным языком, как элементарные частицы, не разложимые на составные части. Однако развитие физики показало, что атомы все же являются элементарными частицами. Оказалось, что и они состоят из других частиц, о которых будет сказано ниже.

Здесь поэтому мы не будем говорить подробно о свойствах атомов. Однако знание одного простейшего атомного свойства — его веса или массы — нам сразу же понадобится. Если принять вес атома водорода за единицу, то веса других атомов можно выразить числами, не превышающими 250 и называемыми атомными весами. Так, атомный вес натрия равен примерно 23 и серебра примерно 108. Пользование этими относительными весами несравненно удобнее, чем абсолютными, поскольку, например, вес атома водорода равен $1.67 \cdot 10^{-24}$ г. Таким образом, число атомов в 1 г водорода, 23 г натрия, 108 г серебра и т. д. одинаково. В дальнейшем мы увидим, каким образом это простое обстоятельство способствовало обнаружению зернистого строения электричества.

Электрон

При пропускании электрического тока через раствор происходит электролиз: выделение различных веществ на электродах — пластинах, соединенных с источником тока и погруженных в раствор. Если, например, мы имеем раствор поваренной соли — NaCl , то на положительном электроде (аноде) выделяется хлор, а на отрицательном (катоде) — натрий (рис. 1). Объясняется это тем, что находящиеся в растворе молекулы разлагаются на электрически заряженные атомы, называемые ионами (в приведенном примере на ионы натрия и хлора), которые притягиваются к

электродам и выделяются на них. Ионы, выделяющиеся на катоде, заряжены положительно (разноименные заряды притягиваются), а на аноде — отрицательно.

Обнаружение зернистости электричества, т. е. того факта, что электрический заряд может быть не каким угодно, а обязательно целым кратным некоторого вполне определенного заряда, было по существу сделано в 1833 г. великим английским физиком Фарадеем. Им было показано, что количество электричества, необходимое для выделения 1 г водорода, всегда одно и то же, независимо от характера содержащего водород раствора, силы тока, крепости раствора и т. д. Это же количество электричества выделяет в растворах, содержащих натрий, 23 г натрия, в растворах, содержащих серебро, 108 г серебра и т. д. Как сказано выше, во всех указанных количествах различных элементов находится одно и то же число атомов. Таким образом, заряд, приходящий на один атом водорода, натрия и серебра, одинаков и имеет какое-то определенное значение.

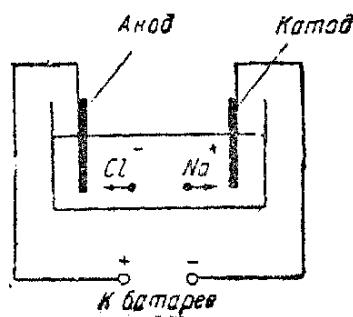


Рис. 1. Электролиз

В наше время этот существенный вывод вряд ли покажется читателю особенно сложным. Но во времена Фарадея состояние атомной теории и теории электричества было таково, что не только сам Фарадей, но и многие его последователи не смогли притти к этому выводу во всей его полноте. Лишь в 1874 г. Стокей, а затем в 1881 г. Гельмгольц ясно сформулировали понятие об «атомах электричества». В своей знаменитой лекции о Фарадее Гельмгольц говорил: «Самым разрушительным следствием закона Фарадея является, возможно, следующее: если мы примем гипотезу о том, что простые вещества состоят из атомов, то мы не можем избежнуть заключения, что и электричество — как положительное, так и отрицательное — разделяется на отдельные элементарные порции, которые ведут себя как ато-

мы электричества». Эта цитата ярко отражает состояние знаний в период, к которому она относится (1881 г.), в частности отсутствие уверенности в правильности атомной гипотезы.

Зная количество электричества, необходимое для выделения 1 г водорода, и число атомов в 1 г водорода, можно определить величину элементарного электрического заряда, обозначаемого обычно буквой «*e*». Величина *e* ничтожно мала и по современным измерениям равна $4,8 \cdot 10^{-10}$ электростатических единиц¹.

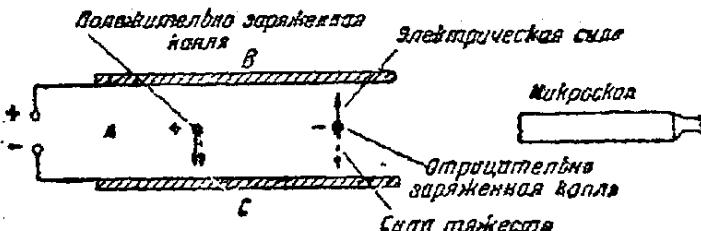


Рис. 2. Схема прибора Милликена. Освещаемые сбоку светом капли наблюдаются в микроскопе

Явление электролиза все же довольно сложно, и окончательное установление зернистости электрического заряда, а также первое точное измерение было достигнуто более прямым методом (Милликен, 1906—1916). Прибор Милликена схематически изображен на рис. 2. В пространстве А между двумя горизонтальными пластинами В и С с помощью распылителя создается облако медленно оседающих (падающих) масляных капель; к пластинам приложено электрическое напряжение. Во время распыления или в результате столкновения с ионами, находящимися в воздухе, часть капель заряжается положительно и часть отрицательно. В пространстве между пластинами на заряженные капли помимо силы тяжести действуют также электрическая сила и, в зависимости от знака заряда капли, ее падение ускоряется или замедляется. Подбирая напряжение на пластинах, можно вообще практически приостановить падение капли. В этом случае сила тяжести и электрическая сила будут равны по величине и противоположны по направлению. Зная вес капли и напряжение на пластинах, можно определить заряд капли, так как сила, с которой пластины притягивают каплю, пропорциональна ее заряду. И вот оказывается, что заряд капли не бывает произвольным; напротив, он никогда не бывает меньше некоторого наименьшего заряда *e* и может быть равен только целому числу таких зарядов *e*.

Мы видим, что атомы и их совокупность (капля) могут нести определенный электрический заряд. Оказывается, однако, что элементарный электрический заряд не обязательно должен быть связан с атомом, а может существовать в виде гораздо более легких частиц. Этот очень важный факт был выяснен в самом конце XIX века работами многих физиков, особенно английского физика Дж. Дж. Томсона. Выяснилось, что эти ультралегкие частицы в 1838 раз легче самого легкого атома — водородного атома — и заряжены отрицательно. Они носят название электронов.

До сих пор не наблюдался заряд, меньший

¹ $10^{-10} = \frac{1}{10\ 000\ 000\ 000}$. Заряд равен 1 электростатической единице, если он отталкивает равный ему заряд, находящийся на расстоянии 1 см, с силой в $\frac{1}{981}$ грамма.

заряда электрона *e*. Точно так же не удалось обнаружить заряженные частицы с массой, меньшей массы электрона *m*. Мы считаем поэтому электрон неразложимым, считаем его элементарной частицей.

В настоящее время электрон вполне приручен. В радиолампах, телевизионных трубках и многих других приборах он верой и правдой служит человеку.

Строение атома. Протон

Обычно все вещества не заряжены. Вместе с тем мы знаем, что в их составе есть электроны: достаточно, например, сильно нагреть вольфрамовую нить, чтобы электроны посыпались из нее как из решета. Если отсасывать электроны от нити, приблизив к ней положительно заряженное тело, то сама нить зарядится положительно, — число электронов в ней будет ниже нормального. Носятели отрицательного заряда — электроны — нам уже известны. Но возникает вопрос о положительном заряде, который, как ясно из сказанного, должен присутствовать во всех телах; и не только во всех телах, но и во всех атомах, которые обычно электрически нейтральны и в совокупности образуют эти тела. Мы приходим, таким образом, к вопросу о строении атома.

Разгадкой «тайны атома» наука обязана недавно умершему английскому физику Эрнесту Резерфорду. Им было установлено (в 1911 г.), что атом состоит из ядра, несущего положительный заряд и почти всю массу атома, и из окружающих это ядро электронов. Число электронов равно порядковому номеру атома *Z* — номеру, под которым он стоит в периодической таблице Менделеева. Заряд всех электронов равен, следовательно, $-eZ$, а заряд ядра $+eZ$. У атома водорода всего один электрон, у атома натрия — 11 и у атома серебра — 47 электронов; наибольшее число электронов имеет атом урана, стоящий на последнем, 92-м, месте в таблице Менделеева. Оторвав от атома один электрон, мы получим ион с одним положительным элементарным зарядом и т. д.; в отрицательном ионе число электронов больше нормального.

Этими немногими сведениями о строении атома нам придется ограничиться, — ведь атом не элементарная частица. Но еще одну, вторую после электрона такую частицу, мы по существу уже обнаружили.

Ядро атома водорода, называемое протоном, имеет заряд, в точности равный заряду электрона и отличающийся от него по знаку; этот вывод следует из нейтральности атома водорода. Поскольку заряда меньшего, чем заряд электрона или протона, никто не наблюдал, естественно считать протон элементарной частицей. Его масса больше массы электрона в 1838 раз, что ясно, например, из того, что атом водорода тяжелее электрона в 1838 раз.

Ввиду относительной массивности ядра атом можно представить себе подобным солнечной системе, в центре которой расположено ядро, а вокруг него — быстро врачающиеся электроны. Надо, однако, иметь в виду, что переносить на мир атомов привычные нам образы по меньшей мере рискованно. Законы, управляющие движением электронов в атоме, сложнее законов движения планет и тел, непосредственно видимых нашими глазами. Изучению движения электронов и других элементарных частиц посвящена сейчас целая область физики — квантовая

механика, представляющая собой одно из величайших забесений человеческой мысли.

Протон, значительно более тяжелый, не обладает подвижностью и живостью электрона и, главное, имеется лишь в телах, содержащих водород¹. Поэтому и наблюдается он в свободном

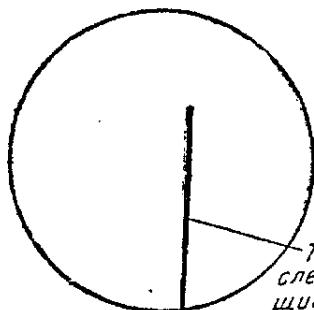


Рис. 3. След частицы состоит из мелких капелек воды. Здесь и ниже приводится не репродукция фотографии, а схематизированный рисунок следов

виде реже и с большим трудом, чем электроны. Тем не менее пучки быстро летящих протонов в настоящее время получаются без чрезмерного труда и используются для ряда физических исследований.

Заряженная частица (электрон, протон и др.), пролетая вблизи атома, может вырвать один или несколько его электронов, превращая тем самым атом в ион. Этот процесс ионизации ударом особенно ярко демонстрируется опытами с так называемой камерой Вильсона. Принцип ее действия очень прост и основан на том, что ионы, так же как пылинки, становятся центрами конденсации (сжижения) пересыщенного водяного пара. Поэтому, если через камеру пролетает быстрая заряженная частица, оставляющая на своем пути след из ионов, пересыщенный водяной пар, находящийся в камере, образует капельки именно вдоль следа частицы. Этот туманный след можно наблюдать непосредственно или же сфотографировать (рис. 3). Путь заряженной частицы становится, таким образом, прямо осозаемым.

На ионизацию газа в камере частица постепенно тратит свою энергию и движение ее в результате настолько замедляется, что она теряет возможность дальнейшей ионизации; именно поэтому след, видимый на рис. 3, кончается. След при данном заряде частицы тем «жирнее» (плотнее), чем меньше скорость частицы: быстрая частица «не успевает» создать много ионов², а более медленная, напротив, с успехом это делает. Большинство электронов, вырываемых быстрой частицей из атомов, имеют небольшую энергию, и сами поэтому оставляют лишь крайне короткий след (или вовсе его не оставляют). Иногда, однако, при удачном столкновении, вырывается достаточно быстрый электрон, оставляющий заметный самостоятельный след.

Тяжелые протоны обычно значительно медленнее легких электронов; достаточно привести такой пример: при прохождении разности потенциалов в 18 000 вольт протон получает такую же скорость, как электрон, ускоренный напряжением в 1 837 раз меньшим, т. е. равным, примерно, все-

¹ Во всех других веществах протоны, как будет сказано ниже, также по существу присутствуют, но в связанный виде: они входят в состав атомного ядра.

² След очень быстрых частиц поэтому часто даже не сплошной, а состоит из следующих друг за другом пятнышек.

го 10 бульям. Поэтому следы протонов в камере Вильсона обычно значительно жирнее электронных следов. По плотности следа и искривлению его в магнитном поле (если камера помещена в поле) можно оценить, а иногда и определить массу и скорость частицы, заряд которой известен. Подобный способ изучения свойств частиц сыграл и продолжает играть огромную роль при обнаружении и изучении элементарных и некоторых более сложных частиц.

Атомное ядро. Нейтрон

Ядро атома водорода мы возвели выше в ранг элементарной частицы и дали ему специальное название — протон. Каково же строение ядер других элементов? Мы уже знаем, что заряд их положителен и равен Z^1 , т. е. больше заряда протона во столько раз, во сколько порядковый номер данного элемента больше единицы. Известна также масса ядра: она больше массы протона в A раз, где A — атомный вес элемента. Ядро атома гелия, например, в 4 раза тяжелее протона, а заряд его равен $2e$ (это ядро называется α -частицей). Для всех других элементов A также больше Z (для последнего элемента урана $Z = 92$ и $A = 238$). Ядро несомненно не является элементарной частицей. Еще в 1919 г. Резерфорду удалось с помощью быстрой α -частицы выбить из ядра азота, а затем и из других элементов быстрый протон³. В случае азота сама α -частица захватывается при этом ядром, в результате чего оно превращается в ядро кислорода⁴. Столкновение частицы с ядром азота представлено на рис. 4, где видны разлетающиеся протон и вновь образованное ядро кислорода; след α -частицы, разумеется, после соударения уже отсутствует: она ведь поглотилась ядром азота. Таким образом, в ядрах заведомо есть протоны. Но из одних протонов ядро состоять никак не может.

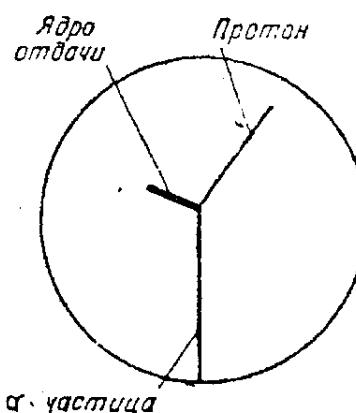


Рис. 4. α -частица выбивает протон из ядра азота

¹ Правильнее было бы сказать, что заряд равен Ze , но это само собой подразумевается и буква e не пишется.

² Сложное с точеие ядро стало ясным по существу значительно раньше — после п. авилльского инте, претендующего на явления радиоактивности и, открытого в 1895 г. Ядра ряда элементов (уран, рений, торий), стоящих в конце периодической таблицы, оказываются неустойчивыми: они распадаются на другие ядра с выбрасыванием α -частицы, т. е. ядра гелия (так называемый α -распад); ядра некоторых элементов испускают не α -частицу, а быстрый электрон, называемый обычно β -частицей (β -распад); радиоактивные превращения сопровождаются часто излучением рентгеновских лучей с очень маленькой длиной волны и большой энергией, имеющими γ -лучами. О β -и γ -лучах еще будет сказано ниже.

³ Заряд ядра азота, равный 7, после захвата α -частицы увеличивается на две единицы, а затем, после выпада протона, уменьшается на единицу и становится равным 8 — заряду ядра кислорода.

Еще в 1921 г. Резерфорд высказал мысль о возможности существования новых, не открытых ядер и в их числе ядра (которые мы называем сейчас нейтроном) с равным нулю зарядом и массой протона, т. е. с атомным весом 1 и с порядковым номером нуль (заряда нет, $Z = 0$). Подобные частицы должны обладать совершенно необычайными свойствами. Электрон и протон, несущие заряд, взаимодействующий с атомарными электронами, при пролете мимо атомов ионизируют их и в силу связанный с этими затратами энергии тормозятся и быстро останавливаются. Незаряженная частица, напротив, должна совершенно свободно проходить мимо и сквозь атом: электрические силы на нее не действуют. Нейтроны нельзя поэтому удержать в каком-либо сосуде — они уйдут через его стенки; нейtron не оставляет следа в камере Вильсона, и мы, как покажется на первый взгляд, лишены поэтому возможности его «увидеть».

В действительности это не так. В 1931 г. Чадвик, один из ближайших сотрудников Резерфорда, окончательно установил существование нейтрона. Как же удалось уловить нейtron, для которого «все двери открыты»?

В 1929 г. было обнаружено, что легкий элемент бериллий в результате бомбардировки α -частицами начинает испускать очень хорошо проникающее через вещество, как говорят «жесткое», излучение, которое не состоит из заряженных частиц, в чем, как мы знаем, легко убедиться, констатируя отсутствие следа в камере Вильсона и высокую проникающую способность излучения. В это время уже были хорошо известны упомянутые выше γ -лучи — электромагнитное излучение, испускаемое радиоактивными элементами и отлучающееся от радиоволн, света и рентгеновских лучей лишь малой длиной волны.

γ -лучи не оставляют следа в камере Вильсона и относительно очень слабо поглощаются веществом; поэтому отожествление лучей испускаемых бериллием, с γ -лучами было вполне естественно. Тем не менее дальнейшие опыты не подтвердили этого предположения. Пропуская загадочное излучение, испускаемое бериллием, через камеру Вильсона, наполненную водородом, можно иногда наблюдать в каком-либо месте камеры на пути «бериллиевых лучей» появление быстрого протона. Если камера наполнена гелием, наблюдаются более короткие следы возникающих в камере быстрых ядер гелия.

Эти ядра «отдачи» возникают в результате столкновения частиц, содержащихся в бериллиевом излучении, с протонами и α -частицами. Изучая их скорости, можно определить массу неизвестных частиц. Она оказывается примерно равной массе протона. Незаряженная частица, открытая описанным образом, и получила название нейтрона. Более тщательное изучение ядерных реакций, приводящих к образованию нейтронов (примером может служить выбивание α -частицей нейтрона из ядра бериллия с образованием ядра углерода), позволяет точно определить массу нейтрона. Она оказывается больше массы протона лишь примерно на одну электронную массу.

После открытия нейтрона сразу стало ясно, что атомные ядра состоят из протонов и нейтронов: число протонов равно при этом заряду ядра Z , число нейтронов разно $1 - Z$.

Таким образом, например, α -частица состоит из 2 протонов и 2 нейтронов, ядро урана ($Z = 92$, $A = 238$) — из 92 протонов и 146 нейтронов и т. д. При естественном радиоактивном β -распаде из ядра (например, ядра радия) вылетает α -частица.

В ряде искусственно создаваемых ядерных реакций из ядер выбиваются или ядрами захватываются в зависимости от типа реакции α -частицы, протоны и нейтроны. С точки зрения протонно-нейтронной теории ядра подобные реакции и превращения вполне естественны. Но выше, вскользь, в примечании, упоминался другой тип ядерных превращений — β -распад, при котором из ядра вылетает быстрый электрон, вследствие чего заряд ядра повышается на единицу. Сюда на первый взгляд кажется, что в ядре обязательно должны быть и электроны, — как же иначе попасть им появление при β -распаде? Тем не менее оказывается, что β распад можно объяснить и без предположения о наличии электронов в ядре. Об этом будет сказано ниже.

Фотон

Немного утрируя, можно сказать, что до сих пор мы умолчали о самой «древней» элементарной частице, известной еще далеким предкам человека: речь идет о свете и о частицах, из которых он «состоит» (без кавычек здесь все же трудно обойтись).

Уже древние греки считали, что свет состоит из мельчайших частиц, удар которых о глаз и вызывает ощущение света. Предположение о том, что свет состоит из движущихся частиц (корпускул), было признано наиболее вероятным, или во всяком случае весьма вероятным, самим Ньютона и считалось «последним словом науки» до конца XVIII века. Корпускулярная гипотеза без труда объясняла наличие тени, отражения и т. д. Но после того, как была обнаружена и изучена дифракция (загибания света в область тени), а также некоторые другие явления, корпускулярная теория была решительно оставлена, сдана в архив и заменена волновой теорией. Согласно последней, свет представляет собой волновой процесс во всем заполняющей среде — эфире (этот эфир доставил потом физикам много неприятностей). Дифракция с точки зрения волновой теории получила точное объяснение, понятное, например, из аналогии с волнами на поверхности воды. Объяснены были также все другие, известные в то время, свойства света. Наконец, когда было доказано, что свет и электромагнитные (радио)волны отличаются лишь периодом колебаний¹, все уверовали в правильность волновой теории света.

Девятнадцатый век так и не увидел зародыши новой физики, хотя очень многое было подготовлено для ее расцвета именно в его недрах. Зарождение квантовой физики произошло в первый же год XX века. В 1900 г. Планк пришел к выводу о том, что свет должен испускаться отдельными порциями — квантами, а не непрерывно, как это вытекало из волновой теории. В 1905 г. величайший из физиков нашего времени Альберт Эйнштейн пошел еще дальше. Эйнштейн в известной мере возродил (конечно, на совершенно другой основе) корпускулярную теорию света, предположив, что свет не только поглощается и испускается порциями, но и распространяется в виде порций — световых квантов, или, как их теперь чаще называют, фотонов.

Эта радикальная точка зрения сразу же привела к исчерпывающему количественному объяс-

¹ Число колебаний видимого света порядка 10^{15} в секунду, в то время как радиоволны соответствуют 10^9 — 10^{10} колебаниям в секунду.

шению законов фотоэффекта — вырывания светом электронов из металлов (или просто из атомов), законов, которые с точки зрения волновых представлений оставались до этого совершенно непонятными.

Но как же быть с дифракцией и другими чисто волновыми явлениями, как объяснить эти явления с квантовой точки зрения? Более 20 лет этот вопрос оставался открытым; наконец было обнаружено, что электрон не только частица, но обладает и волновыми свойствами и тоже может испытывать дифракцию. Двойственные, и волновые и корпускулярные, свойства характерны для всех частиц, а не только для световых квантов и электронов. Однако у одних частиц сильнее выражены или, лучше сказать, чаще проявляются в обычных условиях одни свойства (например, волновые), а у других иные. Движение элементарных частиц подчиняется законам квантовой механики, в силу которых при некоторых опытах можно забыть о корпускулярных свойствах этих частиц и считать, что распространяются волны, а в других опытах, наоборот, — отодвинуть на задний план волновые свойства. Так, при движении массивных тел можно совершенно забыть об их волновых свойствах, — установить их мы ни в коем случае не сможем; напротив, в случае, например, радиоволн квантовые, корпускулярные их свойства хотя и можно обнаружить, но с большим трудом. В случае обычного света чаще преобладают волновые свойства, хотя в явлениях фотоэффекта, поглощения и испускания совершенно невозможно обойтись без представления о фотонах. Рентгеновские лучи, период колебаний которых в тысячи раз короче, чем у видимого света, и еще более короткие γ -лучи проявляют корпускулярные свойства значительно более резко¹.

Так, энергичный фотон γ -лучей может столкнуться с электроном совершенно наподобие того, как сталкиваются друг с другом две обычные материальные частицы (так называемый эффект Комptonа). В другом случае фотон может вовсе исчезнуть — поглотиться, передав, например, свою энергию кому-нибудь из атомных электронов (фотоэффект). И, наоборот, возможно рождение фотона в результате движения электронов, происходящее на наших глазах, когда мы наблюдаем испускание света.

Позитрон и его гибель

В истории развития физики вряд ли можно найти год, равный по богатству и важности сделанных открытий 1932 году. Именно в этом году, через несколько месяцев после открытия нейтрона, была обнаружена еще одна элементарная частица — позитрон, заряд которого такой же, как у протона (т. е. равен и противоположен по знаку заряду электрона) и масса в точности равна массе электрона. Позитрон был открыт в камере Вильсона, с помощью которой исследовалось космическое излучение.

Нам опять придется отвлечься немножко в сторону, чтобы сообщить хотя бы необходимый минимум сведений о космических лучах. Многочисленные исследования, предпринятые, начиная

с 1910 г., показали, что из мирового пространства на Землю падает поток быстрых частиц, о происхождении которых мы и сейчас ничего определенного не знаем. Мы не знаем также в точности состава этих лучей на границе атмосферы, так как можем изучать их лишь на относительно небольшой высоте. Но одно несомненно — в составе этих лучей есть заряженные частицы, оставляющие свои следы в камере Вильсона. Энергия этих частиц весьма часто превышает миллиард электрон-вольт¹. Сейчас мы еще не можем искусственно сообщить частице такую энергию, хотя, быть может, время, когда это окажется реальным, — не за горами. Отсюда ясна огромная важность использования космических лучей для целей экспериментирования с очень быстрыми частицами. Не случайно поэтому, что именно в космических лучах был сделан ряд крупнейших открытий последнего времени.

Помещая камеру Вильсона между полосами электромагнита, можно искривить путь (а значит, и след) пролетающих через нее частиц². Если известно, в каком направлении летит частица, то знак ее заряда сразу же определить по отклонению, так как частицы разного знака отклоняются в разные стороны.

Таким путем еще до открытия позитрона было обнаружено, что в космическом излучении присутствуют частицы обоих знаков. Принималось, однако, что этими частицами являются электрон и протон. Между тем, как мы видели выше, следы электрона и протона той же скорости должны отличаться друг от друга не только знаком кривизны. Если скорость этих частиц одинакова, то плотность следа тоже одинакова, но сама кривизна электронного следа значительно больше, чем протонного (это можно иллюстрировать таким сравнением: велосипед легче повернуть, чем паровоз).

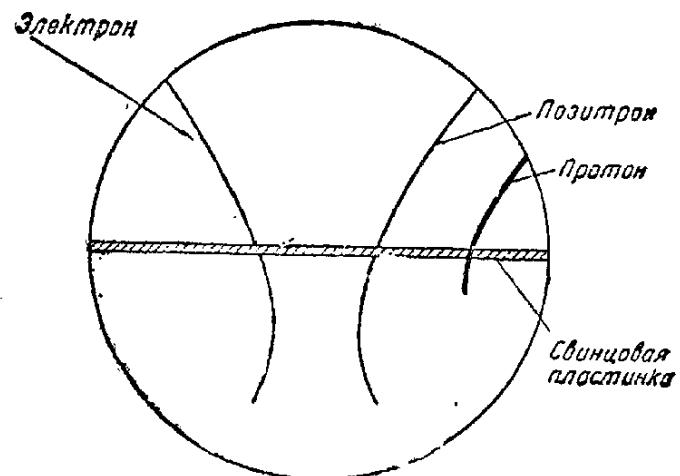


Рис. 5. След позитрона в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле, перпендикулярное чертежу. Показаны также следы электрона и протона, кривизна которых (после прохождения пластины) такая же, как у позитрона

Длина пробега (следа) протона данной энергии также значительно меньше пробега электрона с такой же энергией. Комбинируя таким образом измерение кривизны с измерением плотности следа, американцу Андерсону в августе 1932 г. удалось установить присутствие в космических

¹ Свойства фотонов как частиц весьма своеобразны. Они всегда движутся со скоростью света и заряда, разумеется, не несут. Масса и вес фотонов тем больше, чем короче период колебаний, который связан с этими фотонами в волновой картине света.

² Имеется в виду энергия, равная той, какая сообщается частице с зарядом e при ее ускорении электрическим полем с разностью потенциалов в миллиард вольт.

³ Трудность здесь состоит в том, что даже самые сильные доступные нам поля не могут заметно отклонить очень быстрые космические частицы.

лучах позитрона. Полученный вечером 2 августа снимок, на основании которого этот вывод был сделан, воспроизведен на рис. 5. На том же рисунке изображены следы, которые могли получиться, если бы пролетающей частицей были электрон или протон. Посреди камеры помещалась тонкая свинцовая пластинка, проходя через которую частицы относительно сильно тормозятся; в результате, кривизна следа частицы до достижения ею пластинки и после ее прохождения различна, причем во втором случае больше, так как скорость уменьшилась. Наличие пластинки позволяет поэтому безошибочно установить направление полета частицы, что, как уже указано, нужно для определения знака ее заряда. Как видно из рисунка, протонный след с такой же кривизной, как позитронный, примерно в 10 раз (в условиях Андерсона) короче последнего.

Годчому позитрон был так поздно открыт? объясняется это тем, что позитрон «не жилец на этом свете». Столкнувшись с электроном, они оба гибнут с испусканием фотонов — гамма-лучей. Это замечательное явление, при котором исчезают две заряженные частицы, причем одной из них является обычный электрон, получило название аннигиляции. Наш мир так устроен, что в нем много электронов и протонов, они входят в состав каждого атома, и позитрон может столкнуться с электроном «на каждом шагу»; живет он поэтому значительно меньше, чем бабочка. Позитрон не только погибает в паре с электроном, но и рождается также. Родителем может быть энергичный фотон, например такой, какой появляется при аннигиляции пары электрон — позитрон. Для образования пары электрон — позитрон нужна энергия в миллион электрон-вольт. Поэтому только фотоны, обладающие такой большой энергией, могут рождать эти пары.

β-распад. Нейтрино

Выше упоминалось явление β-распада, состоящее в выбрасывании ядром электрона (положительный заряд ядра при этом повышается на единицу). Позже было обнаружено также, что аналогичный процесс может происходить с выбрасыванием позитрона (заряд ядра при этом на единицу понижается). Чтобы отличать эти два родственных типа распада ядра, они соответственно называются β- и β⁺-распадом, т. е. электронный распад — β-распадом, а позитронный — β⁺-распадом.

Мы знаем, что ядра состоят из протонов и нейтронов. Откуда же берутся β-электроны? Естественное всего допустить, что они возникают в результате распада одного из нейтронов ядра на протон и электрон. Казалось бы, это означает, что нейtron частица сложная, состоящая в действительности из двух элементарных частиц протона и электрона. Однако дело обстоит не так просто. Ведь существует и позитронный распад. В этом случае, наоборот, естественно считать, что протон распадается на нейtron и позитрон. Таким образом, если можно считать, что нейtron состоит из протона и электрона, то с тем же правом можно утверждать, что протон состоит из нейтрона и позитрона.

Поэтому ясно, что к вопросу о сложности и элементарности протона и нейтрона нельзя подходить обычным путем. Самая подходящая точка зрения следующая. Как протон, так и нейtron являются элементарными частицами. Говорить про β-электрон, что он «находился» раньше в нейтроне, так же нерационально и по существу

неверно, как утверждать, что фотон до своего излучения был скрыт в недрах излучившего его атома.

β-электрон не находится внутри нейтрона, а рождается нейтроном в определенных условиях, как фотон рождается атомом, а пара электрон — позитрон — фотоном. β-распад — яркий пример взаимной превращаемости элементарных частиц. Само это письтие становится вместе с тем несколько иным, чем раньше.

Факт рождения электрона (для определенности ниже мы говорили о β-распаде) сам по себе еще недостаточен для объяснения основной особенности β-распада. Из опыта известно, что при β-превращении исходное неустойчивое ядро переходит во вполне определенное, в определенном состоянии находящееся ядро с зарядом на единицу выше. Между тем, β-частицы, испускаемые при одном и том же ядерном переходе, имеют самую различную энергию, — правда не превосходящую некоторой максимальной величины, равной разности энергий начального и конечного ядер. Создается впечатление, что β-электрон вылетает из ядра с этой максимальной энергией, но это дороге, например еще в атоме, часть этой энергии теряет. С помощью специальных опытов удалось установить, что последнее предположение неверно, т. е. β-частица обычно вылетает из ядра с энергией, меньшей максимальной. Куда же девается разность между энергией электрона и энергией, выделившейся при ядерном превращении?

Этот вопрос долгое время волновал физиков. Сейчас можно почти с уверенностью сказать, что правильный ответ содержится в гипотезе, предложенной Паули в 1933 г. Он предположил, что при распаде нейтрона на протон и электрон образуется еще одна частица, заряд которой (вследствие закона сохранения заряда) равен, очевидно, нулю. Масса этой новой элементарной частицы, названной нейтрино, не может быть больше, чем масса электрона, а по всей вероятности она еще значительно меньше. Так же как нейтрон, эта частица не оставит за собой ионного следа и должна обладать чрезвычайно большой проникающей способностью, еще значительно большей, чем у нейтрона, так как нейтрино не может при ударе сообщить протонам или другим ядрам заметной скорости. Причина этого ясна из примера с маленьким стальным шариком, налетающим на большой шар или стальную плиту: маленький шарик отскочит от большого, который практически останется неподвижным. Понятно поэтому, что нейтрино до сих пор не удалось наблюдать непосредственно, хотя бы так, как наблюдают нейтроны. Тем не менее, успешная проверка различных следствий, вытекающих из гипотезы о нейтрино, заставляет считать существование этой элементарной частицы почти полностью доказанным.

Мезотрон

Последней известной нам частицей является мезотрон¹, открытый, подобно позитрону, в результате изучения следов космических частиц в камере Бильсона, Найдермейер и Андерсон (1937).

Мы уже подробно говорили о том, что по кривизне следов частиц в магнитном поле, по их плотности и длине (если след кончается в камере) можно судить о массе частицы. Существуют

¹ Недавно открытый мезотрон называют, и особенно называли вначале, всякими названиями: по утяжеленной частице, тяжелый электрон, баригрон, мезон, мезотрон.

также другие возможности для достижения той же цели. В результате их использования пришли к заключению, что на уровне моря большинство космических частиц имеет массу, большую массы электрона и меньшую массы протона, равную примерно 180 массам электрона. Новая частица, названная мезотроном, имеет заряд такой же, как у электрона, причем существуют мезотроны и положительные и отрицательные. Таким образом, в наш арсенал вошли по существу сразу две новые частицы.

Мезотрон обладает одним замечательным свойством: он неустойчив. Если позитрон гибнет, столкнувшись с электроном, то мезотрону не нужно ждать этого случая. Он распадается сам в среднем примерно за миллионную долю секунды. Распадается мезотрон, повидимому, на электрон и нейтрино или (положительный мезотрон) на позитрон и нейтрино.

Аналогично тому, как нельзя считать нейтрон состоящим из протона и электрона, не имеет смысла говорить, что мезотрон состоит из электрона (или позитрона) и нейтрино, а надо говорить о превращении его в электрон и нейтрино. Поэтому мезотроны рассматриваются как новый вид элементарных частиц.

Неустойчивость мезотронов объясняет отсутствие их на Земле в большом числе; она указывает также на то, что не мезотроны являются теми первичными частицами, которые падают к нам из мирового пространства. Эти частицы должны быть, разумеется, устойчивыми, иначе они бы не долетели до Земли. Вероятнее всего, падающие из мирового пространства частицы представляют собой очень быстрые протоны, зарождающиеся в высших слоях атмосферы мезотроны. Происходит это в результате процессов, о которых мы можем пока только догадываться.

Чего мы не знаем и что мы хотим узнать об элементарных частицах

То, что нам известно об элементарных частицах, в значительной степени уже сказано выше. Мы знаем заряд и массу электрона, позитрона, протона, нейтрона и фотона. Нейтрино и мезотрон еще «не освоены» полностью, — даже их масса известна только ориентировочно. Знание постоянных, характеризующих элементарные частицы, разумеется, очень существенно, но еще важнее знать законы, которым подчиняется их движение, и уметь, таким образом, предсказать поведение той или иной частицы.

Поведение электронов, позитронов и фотонов мы в настоящее время можем описать и предсказать довольно полно. Но уже в отношении протонов и нейтронов дело обстоит совсем не так. Протон и нейtron взаимодействуют друг с другом, — это ясно из факта существования прочных,

устойчивых атомных ядер и из того, что нейтрон может передать свою энергию протону. Обычные электрические силы не могут действовать между незаряженным нейтроном и протоном; значит, существуют другие, особые, силы, присутствие которых обязано своим существованием ядру. Об этих ядерных силах мы по существу почти ничего не знаем. Еще более неполно наше знание свойств нейтрино и мезотрона.

Пожалуй, главное, чего мы не знаем, — это, сколько вообще существует элементарных частиц. Все ли частицы, которые считаются сегодня элементарными, действительно являются таковыми? Сколько еще будет открыто элементарных частиц и каковы их свойства?

Совсем недавно, до 1932 г., были известны лишь три частицы: электрон, протон и фотон. За последние 11 лет мы узнали еще четыре частицы. Физики начинают даже поговаривать о чрезмерном изобилии элементарных частиц, — уж слишком много их стало. (Трансформация частиц, их рождение и гибель, правда, несколько смягчают положение.)

Существование еще неоткрытых частиц вполне возможно. Естественно, например, предположение о существовании антипротона — частицы с массой протона и отрицательным зарядом. Была высказана даже гипотеза о том, что в какой-нибудь другой части вселенной существует мир, зеркальный по отношению к нашему, где протон заменен антипротоном, а электрон — позитроном; в этом мире электроны гибли бы, сталкиваясь с атомарными позитронами, так же как гибнут позитроны в нашем мире. Далее, делались предположения о существовании нейтретто — незаряженной частицы с массой мезотрона, и многие другие. Ни одно из этих предположений, однако, еще не подтверждено и не опровергнуто на опыте, так как сделать это весьма и весьма трудно.

Теория элементарных частиц, т. е. теоретические представления о свойствах и законах движения этих частиц, также далека от совершенства. В лучшем случае ей удается описать проведение той или иной частицы, используя полученные из опыта значения характеризующих ее постоянных. Но ответить на вопрос, какие значения может принимать масса частицы с данным зарядом, теория не может. Не может она ответить и на целый ряд других вопросов. Наконец, она сталкивается с тяжелыми затруднениями при описании взаимодействия частиц между собой.

Обилие неясных вопросов и трудностей, с которыми мы сталкиваемся при изучении элементарных частиц, не должно, разумеется, никого смущать. Ведь именно здесь, в этой области физики проходит фронт между знанием и незнанием. Именно здесь каждое новое открытие, каждый новый большой шаг вперед имеют принципиальное значение не только для физики, но и для всех естественных наук.



МОРСКАЯ АРКТИЧЕСКАЯ ТРАССА

Д. Б. КАРЕЛИН

I

Mинувший 1943 год был богат юбилеями. Историк, географ и полярный исследователь могли отметить такие события, как 200-летие окончания работ Великой северной экспедиции Российского адмиралтейства, 50-летие птерогона буксирных судов из Англии на реку Енисей через Карское море, 25-летие организации Карских морских транспортных экспедиций, 10-летие второго международного полярного года, 10-летие похода «Челюскина» по трассе Северного морского пути и, наконец, 10-летие регулярного арктического мореплавания.

Все эти события — памятные вехи длительного процесса изучения и освоения арктических морей, омывающих северные берега Советского Союза. Русские мореплаватели и исследователи вложили в жизнь многовековую мечту человечества о «северо-восточном проходе» и реализовали долгие усилия передовых деятелей науки и людей практики, организовав арктическую судоходную линию между Атлантическим и Тихим океанами.

Трудно в небольшой статье отметить все примечательные этапы тяжелого пути, который предшествовал нынешним плаваниям. Упомянем лишь главнейшие из них.

В 1648 г. колымский казак Семен Дежнев с промышленниками Федотом Алексеевым и Герасимом Анкудиновым проплыли из Колымы на восток вдоль Чукотки, обогнув мыс Восточный (ныне мыс Дежнев), и, после многих приключений, добрались до реки Анадырь, установив, таким образом, существование морского пролива между Азией и Америкой. Однако это великое географическое открытие долго оставалось миру

неизвестным и было повторено через 80 лет во время плавания В. Беринга.

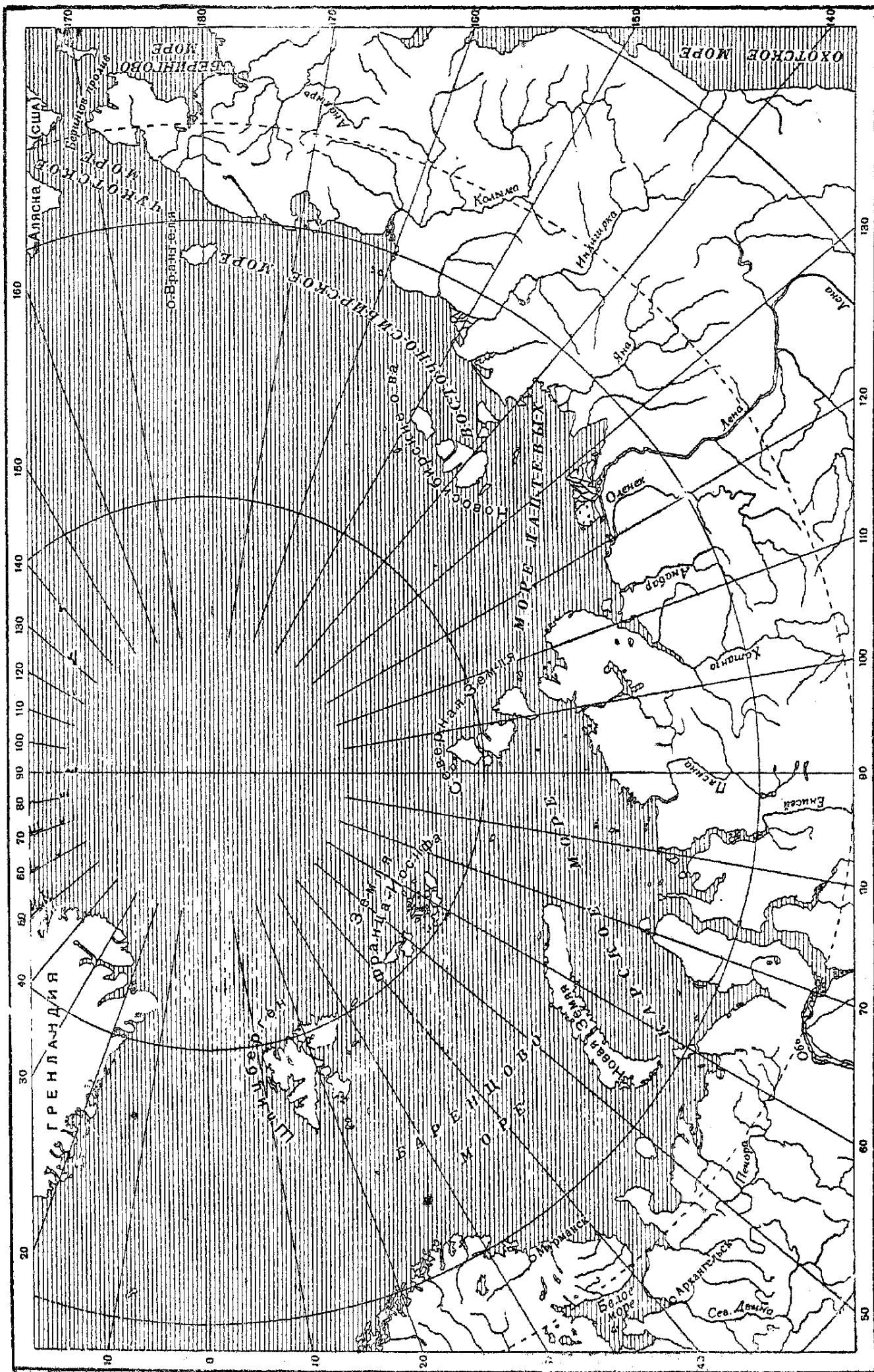
Исключительно важные географические и картографические материалы были собраны участниками Великой северной экспедиции, описавшей морской берег от Архангельска до Колымы. Экспедиция была организована 22 декабря 1732 г. и закончила свои работы в 1743 г.

Исследование пути на восток от Колымы было произведено много позже. Тяжелые льды закрывали проход судам, а отдельные рейсы местных жителей не оставили летописного следа. Новые данные об этом пути собрал весьма образованный по своему времени промышленник Н. Шалауров, прошедший морем от р. Лены до Чукотки с несколькими зимовками в течение 1760—1764 гг. Ему не суждено было довести рейс до конца. На одном из островов, ныне носящем его имя, Шалауров и его спутники погибли от холода и истощения.

В 1778 г. знаменитый английский мореплаватель Джемс Кука прошел на корабле от Берингова пролива до мыса Северного (ныне мыс Шмидта) и повернула назад, убежденный в невозможности дальнейшего плавания вдоль Чукотского берега. Впервые этот берег положила на карту экспедиция Биллингса в 1787—1791 гг.

Дальнейшие работы по морской описи северного берега были произведены в начале XIX в. Среди них выделяются исследования Геденштрома и Пшеницина на Новосибирских островах в 1808—1811 гг., Аижу в районе Новосибирских островов — реки Колымы в 1820—1823 гг. и Врангеля в районе реки Колымы — пролива Лонга в 1820—1823 гг. Книга Ф. Врангеля «Путешествие по северным берегам Сибири и по Ледовитому морю» получила широкую известность во всем мире.

Во второй половине XIX в. предпринимаются попытки организовать судоходное сообщение



между Европой и Сибирью. Мореплаватели заново открывают морской путь в устья рек Сби и Енисея, прочно забытый с XVIII в. Первые попытки, однако, не увенчались успехом не только из-за тяжелых льдов, но и из-за недостатка средств и предпримчивых людей.

Наконец, в 1875 г. шведскому путешественнику А. Норденшельду удалось пересечь Карское море и войти в устье р. Енисей, а через два года капитан Д. Шваненберг на небольшой парусной шхуне впервые проложил путь из Енисея к берегам Скандинавии и отсюда — в Балтийское море. В 1878—1879 гг. А. Норденшельд на «Веге» впервые прошел по всему северо-восточному проходу с запада на восток.

Начиная с 1882—1883 гг. исследование Арктики заметно усилилось. 11 государств согласились провести в первом международном полярном году ряд научных экспедиций и отпустили средства на сооружение 15 полярных станций. Россия взяла на себя постройку станций в Малых Кармакулах (Новая Земля) и в устье реки Лены.

Были усилены также гидрографические работы. Как первый результат этого можно отметить перегонку в 1893 г. нескольких баксирных пароходов через Карское море в Енисей и доставку груза рельсов для строящейся Сибирской железной дороги. Гидрографические работы продолжались до начала первой мировой войны. Они позволили выпустить ряд морских карт с подробной береговой линией, глубинами и магнитными элементами.

Конец XIX в. ознаменован крупным вкладом в дело изучения Арктики, внесенным знаменитой экспедицией Ф. Нансена на «Фраме» (дрейф через полярный бассейн в 1893—1896 гг., открывший новую эру в представлении о Центральной Арктике).

В начале XX в. Северный морской путь уже не казался сказочной мечтой. Несколько изменились взгляды, можно судить хотя бы по тому, что иностранные и русские предприниматели подавали ходатайства о снятии пошлин с ввозимых морским путем в Сибирь товаров, взамен чего обязывались оборудовать путь навигационными знаками и телеграфом, а также перевозить некоторые правительственные грузы безвозмездно.

После новых гидрографических работ суда появились и в восточном секторе Арктики. Начиная с 1911 г. из Владивостока в Колыму стали совершать рейсы пароходы с товарами. Почти половина из них вынуждена была зимовать во льдах. В 1914—1915 гг. ледокольные пароходы «Гаймыр» и «Вайгач» совершили сквозное плавание по Северному морскому пути с востока на запад. Этот маршрут был повторен только через 20 лет, но зато без зимовки, в течение одной навигации, ледорезом «Ф. Литке».

Во время войны 1914—1917 гг. на побережье Карского моря было сооружено несколько радиометеорологических станций, начавших регулярный сбор сведений о ледовом режиме прилегающих к ним участков моря.

Война прервала на несколько лет исследовательские работы в Арктике. Однако уже в 1918 г. из Архангельска в устья Оби и Енисея начали плавать суда за хлебом и лесом, а в 1919 г. была учреждена Северо-промысловая экспедиция, преобразованная вследствии в Арктический научно-исследовательский институт, являющийся сейчас крупнейшим в мире центром научной деятельности в Арктике. С этих пор изучение и освоение арктических морей пошло быстрыми темпами.

Сооружением в 1923 г. Полярной станции на

Маточкином Шаре (Новая Земля) начата была организация стационарных исследовательских пунктов, в основную обязанность которых входило наблюдение над погодой и льдами. К настоящему времени число таких станций, оборудованных радиотелеграфом, достигает 60.

В 1924 г. произошло событие, хотя и не относящееся непосредственно к истории арктического судоходства, но оказавшее на него огромное влияние: впервые был использован аэроплан для ледовой разведки в море.

Из крупных арктических плаваний последующих лет можно отметить удачный рейс в 1927 г. парохода «Колыма» из Владивостока в устье р. Лены и обратно, первое сквозное плавание по Северному морскому пути в одну навигацию (1932 г.) ледокольного парохода «Сибириков», рейсы судов «Северо-восточной экспедиции» из Владивостока на Чукотку и Колыму в 1932—1933 гг.

В результате этих плаваний возник вопрос о более широком и планомерном освоении Севера. 17 декабря 1932 г. постановлением советского правительства было создано Главное управление Северного морского пути (ГУСМП), на которое возлагалась задача «проложить окончательно Северный морской путь от Белого моря до Берингова пролива, оборудовать этот путь, держать его в исправном состоянии и обеспечить безопасность плаваний по этому пути».

Постановление о создании ГУСМП совпало по времени с широким размахом работ второго международного полярного года, в течение которого СССР провел ряд научных арктических экспедиций и открыл несколько новых полярных радиометеостанций, намного опередив в этой области все другие государства.

В 1933 г. Главное управление Северного морского пути провело первую арктическую навигацию. Она ознаменовалась испытательным рейсом парохода «Челюскин» из Мурманска к Беринговому проливу, походом с запада в море Лаптевых нескольких транспортных судов с грузом и широким использованием ледоколов.

Начиная с этих пор, объем транспортных операций на арктической трассе с каждым годом неуклонно рос. Арктику стали посещать десятки судов. Сквозные рейсы, представлявшие прежде сложные экспедиционные плавания, начали совершаться ежегодно. Вместе с трассой оживлялась и осваивалась огромная территория Крайнего Севера. Появились порты, промышленные предприятия. На морское побережье прибыли тысячи новых людей. Успехи, достигнутые на севере, дали возможность отправить в Арктику исключительные по своему размаху научные экспедиции, высадить на Северном полюсе отважную четверку зимовщиков во главе с И. Д. Папаниным, совершить перелеты через Ледовитый океан из СССР в Америку, провести исследование в районе «полюса недоступности», благополучно закончить дрейф ледокольного парохода «Седов» через Полярный бассейн и т. д.

II

* Из приведенного краткого обзора главнейших этапов истории Северного морского пути видно, что наиболее блестящие страницы этой истории распределены по времени неравномерно. Наибольшее количество успешных предприятий относится к концу XIX и началу XX в. И это явление не случайно. Оно полностью отражает промышленно-экономические сдвиги, происходящие в нашей стране и проявляющиеся, в частности,

в изучении и разработке природных богатств северных окраин. В связи с этим возник вопрос об устройстве путей сообщения, связывающих промышленные и торговые центры страны с необъятными пространствами Сибири. Наиболее удачно решает эту проблему Северный морской путь, примыкающий к водным трассам великих сибирских рек, а в будущем — и к сети железных дорог в районе речных магистралей.

Развитию Севера способствует, в известной мере, и сама природа. Выражается это в благоприятном изменении климата — потеплении. Особенно заметным стало оно в Арктике, примерно с 1918—1920 гг. В результате потепления граница вечной мерзлоты почвы сдвинулась к северу, площадь и объем ледников сократились, количество льдов в морях уменьшилось. Важно было успеть воспользоваться этими благоприятными условиями для закрепления позиций, и мы действительно ими воспользовались.

Наконец, огромное влияние на успешное овладение Арктикой оказывает общий технический прогресс. До тех пор, пока в арктических морях плавали парусные суда, крупных успехов ожидать не приходилось. Но и транспортному пароходу не под силу борьба с тяжелыми льдами. Они поддаются лишь специальным судам — ледоколам с мощными машинами, крепким набором и особыми обводами корпуса. Не случайно поэтому рекорд самого северного плавания принадлежит именно ледоколу: в 1938 г. линейный ледокол «Ермак» достиг широты 83°04'. Первый мощный ледокол был спущен на воду в 1899 г. по инициативе адмирала С. Макарова. Использовать все технические возможности этого судна мореплаватели научились много позже. За 10 лет, прошедшие со времени первой арктической навигации. Главное управление Северного морского пути вспело в строй несколько таких ледоколов с мощностью машин в 10 000 лошадиных сил каждый.

Однако для проводки судов через льды нельзя ограничиваться прикомандированием ледокола к пароходу. Регулярные плавания могут производиться только на изведанных трассах, по доброкачественным морским картам и лоциям, по навигационным знакам, маякам и радиопеленгаторным станциям. Осуществить все это можно лишь после обширных гидрографических работ. Раньше они проводились отдельными экспедициями, с большими перерывами. Теперь ежегодно в Арктику уходят гидрографические суда, высаживаются на необследованные участки побережья сезонные и зимовочные партии, заново составляются карты больших районов. На долю гидрографов выпадает больше всего препятствий и приключений.

За последние 10 лет в Арктике проведены большие гидрографические работы высокой точности. Плоды их проявились в виде новых карт, маяков, знаков, по которым прокладывают безопасный курс наши ледоколы и транспортные суда.

Но всего этого еще недостаточно для благополучного завершения длительного рейса. Современное судно, транспортирующее тысячи тонн груза, не может обойтись без благоустроенных портов, значение которых сильно возрастает, если по трассе идет не один, а много пароходов. Вопрос о своевременном и наиболее полном обслуживании пароходов в отношении разгрузки и погрузки, пополнения запасов топлива и воды, исправлений в случае повреждений имеет первостепенное значение.

С этой точки зрения нынешняя арктическая

трасса резко отличается от того, что было в момент первых плаваний. Правда, очень многое предстоит еще сделать, но уже и сейчас моряк, отправляясь в Арктику, не может сказать, что он прощается с культурным миром и его ожидает «страна ледяного безмолвия», «бездна пустыня», где обитают только герои Джека Лондона. В поселках, портах и на станциях Крайнего Севера кипит деловая жизнь, шумят машины, ярко светит электрическая лампочка. Джек-Лондонская романтика ушла либо на юг от побережья, в глубь бесконечной тундры и горных массивов, либо на северные острова, затерянные среди морских просторов и ледяных нагромождений.

Обязательным условием планомерной навигации должна быть быстрая и надежная связь между жизненными центрами страны и Арктикой, а также между различными арктическими районами и отдельными судами. Не имея такой связи, каждое судно становилось самостоятельной экспедицией с неопределенным исходом плавания. Ни на чью помощь судно не могло рассчитывать. Крупнейшее изобретение начала XX в. — радио сыграло важнейшую роль в развитии арктической трассы. Радиосвязь превращает арктический рейс в нормальное экспедиционное плавание, каждый этап которого известен командованию. Пожалуй, ни для одной части земного шара радиосвязь не оказалась столь благодетельной, как для Арктики.

Десять лет назад радиосвязь Арктики с «Большой Землей» обеспечивалась ненадежной цепочкой из нескольких маломощных станций. Нынешнюю арктическую трассу обслуживает несколько десятков радиостанций и несколько мощных радиоцентров, связанных с Москвой.

Наконец, современная техника поставила на обслуживание арктической трассы одно из самых выдающихся достижений XX в. — авиацию. Впервые в Арктике аэроплан появился в 1914 г. под управлением русского летчика Нагурского, во второй раз — в 1923 г., а в 1924 г. летчик Б. Чухновский сделал в Карском море несколько успешных полетов с целью ледовой разведки. С этого момента авиация заняла в Арктике твердые позиции, сбить с которых ее не могли ни первые неудачи, ни первые жертвы.

Особенно больших успехов в деле ледовой разведки авиация добилась за последнее десятилетие. Начав с отдельных коротких и преимущественно прямолинейных маршрутов, она перешла к системе длительных полетов над морями для обследования льдов по принципу площадной съемки огромных районов. Среди льдов летчики отыскивают проходы, доступные для судов, показывают судам курс для преодоления тяжелых ледовых перемычек, улетают далеко на север с целью определения возможной угрозы со стороны высокоширотных ледовых массивов.

Современные представления науки о ледовом режиме морей сформировались в результате наблюдений наших летчиков. Последняя новинка полярной авиации — осенняя и зимняя ледовая разведка, во время которой собираются настолько точные сведения о льдах, что наука использует их для ледовых прогнозов. Наблюдатели полярной авиации научились замечать самые тонкие различия в характеристиках льдов. Помимо сведений о сплошности льда, летчики сообщают о форме и внешнем виде льда, о торосястости и цветных оттенках, о возрасте льда, дрейфе и т. д. Не будет ничего удивительного, если в недалеком будущем с аэроплана удастся оценить также и толщину ледяного покрова.

Ни одно современное судно не в состоянии итии напролом через мощные льды. Значительно выгоднее обходить большие льдины или же выжидать улучшения ледовой обстановки. Во время экспедиционных арктических плаваний в ходу была поговорка: «терпение — величайшая добродетель полярника». Однако в наше время руководствоваться ею нельзя: теперь на трассе находятся не единичные экспедиции, а десятки грузовых судов. В таких условиях значительно выгоднее производить поиски среди льдов доступных для судов проходов, затратив для этой цели часть средств, ассигнованных на навигацию. Чем терпеливо ждать. Отсюда вытекает необходимость постоянного наблюдения над льдами в морях и на трассе.

Когда наиболее выгодно выйти на трассу, каким курсом пересекать ледовые массивы, в какое время вскроются бухты, когда начнет замерзать побережье, когда следуст, во избежание зимовки судов в море, заканчивать навигацию, где будут наибольшие затруднения, — вот некоторые из вопросов, интересующие руководителей морских операций в Арктике. Для ответа на них и для осуществления систематического наблюдения за льдами при Арктическом научно-исследовательском институте создана специальная научно-оперативная служба, объединяющая ледовую службу и службу погоды.

В 1934 г. постановлением Правительства при Главсевморпути было создано Бюро ледовых прогнозов, переданное впоследствии Арктическому институту. Бюро обязано было за несколько месяцев вперед предсказывать главнейшие черты ледовой обстановки на трассе. Дело это исключительно сложное. Производить разработку ледовых прогнозов можно только на основании тщательных наблюдений над гидро-метеорологическими и синоптическими процессами и учета влияния последних на ледяной покров. В этой области еще очень много неясного, ибо изучение арктических морей далеко не закончено. Однако коллективу молодых исследователей, работающих совместно с пионерами науки о ледовых прогнозах членом-корреспондентом Академии Наук В. Ю. Визе и проф. Н. Н. Зубовым, удалось добиться значительных успехов. Первые ледовые прогнозы для арктической трассы были разработаны в 1932 г. С тех пор они даются регулярно, причем их подробность и определенность заметно возросли. Средняя оправдываемость прогнозов составляет около 75%.

Помимо долгосрочных прогнозов ледовая служба ведет большую оперативную работу непосредственно на трассе. Сотрудники службы организуют сбор всей ледовой информации в нескольких пунктах, участвуют в разведывательных полетах самолетов, руководят плаванием и работами специальных судов — ледовых патрулей, составляют ледовые карты по всем морям, регулярно консультируют руководство морских операций по вопросам ледовой обстановки. Их основная цель — добиться полной ясности ледовых условий трассы на каждый день. Насколько далеко в этом отношении ушла ледовая служба от того, что было 10 лет назад, показывает хотя бы тот факт, что вместо 1—2 схематичных карт теперь в течение лета составляется несколько десятков самых подробных карт. Кроме того ледовая служба составляет краткосрочные прогнозы на срок от нескольких дней до 1—2 недель. Средняя оправдываемость краткосрочных прогнозов за

1937—1943 гг. составляет 80—85%. Это, несомненно, очень хорошие результаты.

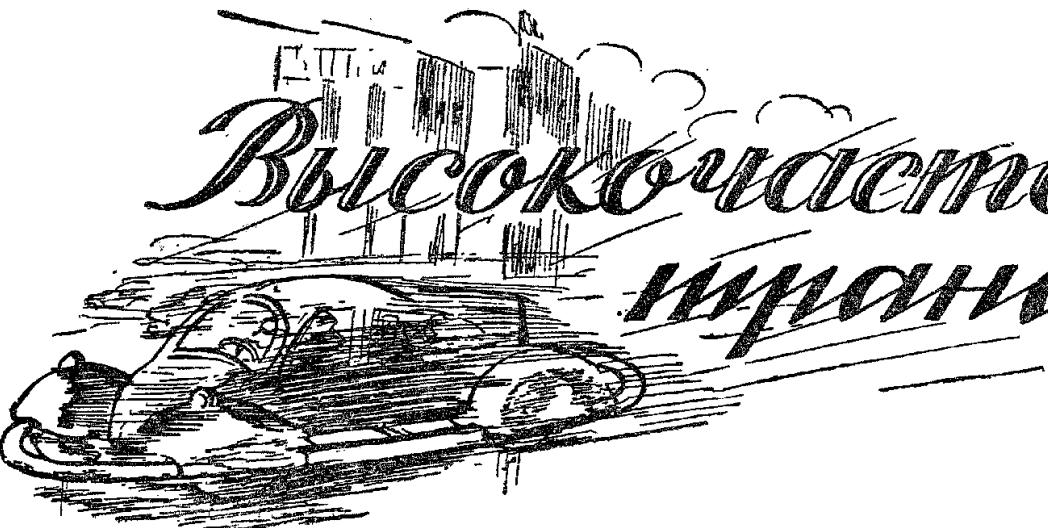
Нигде в мире нет такого интересного научно-оперативного органа, как ледовая служба Арктического института, и нигде в мире ледяной покров морей не изучают так полно, как в Советском Союзе. Единственным научно-оперативным органом подобного рода был до настоящей войны «Международный ледовый патруль», но его деятельность ограничивалась лишь наблюдением за ледовой кромкой в районе Гренландии и за дрейфом айсбергов в северной части Атлантического океана. Это, конечно, не может итии ни в какое сравнение с деятельностью ледовой службы Арктического института. Материалы, собранные ледовой службой, позволяют вести разработку ряда научных проблем, разрешение которых содействует дальнейшим успехам научно-оперативной службы на трассе.

Служба погоды в советской Арктике, основанная в 1934 г., осуществляется сейчас сотрудниками десяти бюро погоды и сплошечения. Выполняя свою обычную оперативную работу по обслуживанию судов и самолетов, арктические бюро создавали в то же время исключительно ценный научный архив. Будучи самыми северными бюро погоды в мире, они обладают уникальными материалами о синоптических процессах в Арктике. Обработка этих материалов обещает дать исключительно ценные результаты для науки.

Как показывает это краткое описание, роль научно-оперативной службы на морской арктической трассе чрезвычайно высока. Работники службы участвуют и в подготовке навигации, и в проведении ее. На основе данных научно-оперативной службы командование морских операций принимает решения о сроках навигации, с маршрутах судов, пунктах захода и т. д.

Оглядываясь на пройденный путь, мы видим, как далеко мы ушли от наших предшественников. Теперь нас не страшит даже возможность нового похолодания климата в Арктике. Но мы ни на минуту не смеем забывать, что арктическая природа сурова и не прощает ошибок. Условия плавания в Арктике никогда не сравняются с условиями других судоходных линий. В Арктике всегда надо быть настороже.

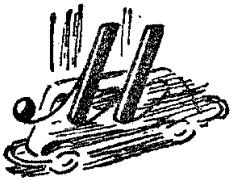
10-летний юбилей арктической трассы мы проводим в условиях Отечественной войны. Война внесла ряд особенностей в работу трассы, усложнила ее и в то же время повысила стратегическое значение Северного морского пути. Это и понятно, поскольку колоссальный водный путь протяжением около 6 000 км проходит вдоль северных окраин Союза ССР. Нельзя, однако, считать, что суровые арктические условия могут играть роль китайской стены. Ведя подготовку нападения на СССР, фашисты внимательно следили за проводимой нами в Арктике работой. С первых дней войны немцы, опираясь на захваченные норвежские базы, начали отегировать в Баренцевом море и пытались распространить свои действия дальше. Однако вся тактика их морского и воздушного флота свелась к системе отдельных налетов. Им противопоставляется повседневная боевая деятельность нашего Северного Военного флота. Все усилия немцев на арктическом военном театре не могли помешать плаванию на трассе. Советские полярники вместе со всей страной продолжают выполнять свой долг, и начальник Главного управления Северного морского пути И. Д. Папанин имел все основания заявить, что, «если потребуется, наши военные эскадры шайдут Северным морским путем».



Высокочастотный транспорт

Лауреат Спалинской премии, доктор технических наук

Г. И. БАБАТ



Механический транспорт — одна из основ современной культуры — занимает в народном хозяйстве чрезвычайно большое место. Транспорт потребляет около 95% бензина, добываемого во всем мире, 90% всей нефти и 80% угля. Современный транспорт, возникший в начале прошлого столетия, когда механическая сила для перевозки грузов и людей стала заменять конную тягу, непрерывно растет и совершенствуется.

В 1826 г. в Англии состоялась «битва паровозов», на которой «Ракета» Стефенсона прошла с неслыханной для того времени скоростью — 45 км в час. В 1811 г. английская палата общин утвердила инструкцию Мах-Адама по сооружению шоссейных дорог. С этого времени прочные дороги из укатанного щебня, устойчивые против размывания дождем, широко распространяются во всех странах. В конце прошлого столетия на этих дорогах начинают появляться первые неуклюжие автомобили с двигателями внутреннего горения. Немногим позже от земли отрываются первые аэропланы.

За последние годы значительно повышаются скорости передвижения всех видов транспорта, улучшаются удобства транспортировки. В ближайшем будущем, после гейты, большое развитие должны получить воздушные пути. Гигантские стратопланы, поднимаясь ввысь на 10—20 км, будут пересекать моря и континенты со скоростью выше 500 км в час, перевозя десятки тонн груза или сотни пассажиров. Безопасные и простые в управлении геликоптеры, способные вертикально взлетать и опускаться в пределах городской площади или крыши дома, получат широкое применение для пассажирских сообщений и грузовых перевозок на расстоянии до нескольких сотен километров.

Однако основным массовым средством сообщения останется все же наземный транспорт. Перевозки при помощи наземного транспорта, независимо от расстояния, обходятся намного дешевле,

чем транспортировка воздушным путем. В условиях же города или в пригородных местностях наземный транспорт — единственный рациональный способ переброски людей и грузов на короткое расстояние в несколько десятков километров.

Изобретательская мысль, непрестанно работающая над усовершенствованием существующих типов транспортировки и над созданием новых средств передвижения, все больше уделяет внимания так называемому высокочастотному транспорту (сокращенно в. ч. т.), применение которого сулит огромные технические и экономические выгоды.

Идея высокочастотного транспорта заключается в том, что вдоль дороги создается энергизованная зона, из которой проходящий по дороге подвижной состав при помощи приемных контуров (корцов) черпает энергию для питания тяговых электромоторов.

Создать транспорт, питаемый электроэнергией от центральной станции без применения контактных проводов, — идея довольно старая. В популярных журналах 1923—1924 гг. печатались статьи о работах французского академика Леблана, предлагавшего натянуть вдоль дороги проводники, несущие высокочастотный ток. На несколько метров вокруг этих проводников должна образоваться насыщенная энергией зона, из которой подвижной состав мог бы черпать движущую силу.

С тех пор вопрос о транспорте, получающем энергию на расстоянии, неоднократно освещался в научно-фантастической литературе, но практически его не касались: заниматься передачей энергии без проводов считалось делом несерьезным.

В 1942 г. я произвел детальные подсчеты, показавшие, что уровень высокочастотной техники, достигнутый в нашем Союзе, позволяет практически подойти к созданию наземного беспроводового транспорта с централизованным электропитанием, с бесконтактной передачей энергии. Тогда же проф. А. Г. Иосифьян представил возможность проверить это экспериментально.

Весной 1943 г. нами был создан «вечемобиль».

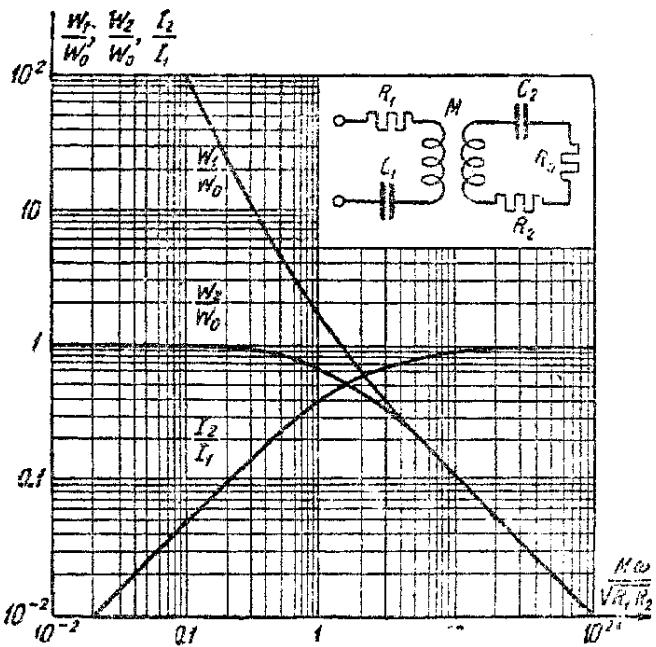


Рис. 1. При передаче энергии электромагнитной индукцией потери зависят от коэффициента взаимоиндукции M между тяговой бесконтактной сетью (первичным контуром) и приемным контуром на подвижном составе, от частоты тока ω и от вредных сопротивлений R_1 и R_2 первичного и вторичного контуров. На графике по оси абсцисс отложено отношение сопротивления связи M_0 в среднем геометрическому $\sqrt{R_1R_2}$ вредных сопротивлений контуров. По оси ординат отложены отношения потерь в первичном контуре W_1 и потеря во вторичном контуре W_2 к полезной мощности W_0 , снимаемой со вторичного контура. Кривая I_2/I_1 показывает отношение вторичного к первичному току

Бензиновый двигатель малолитражного автомобиля мы заменили тяговым (серийным) электромотором постоянного тока. На крыше автомашины была установлен приемный виток, а на заднем сидении помещен выпрямитель, преобразующий высокочастотный ток, получаемый витком, в постоянный ток, необходимый для питания тягового мотора. 16 июня 1943 г. наш ветчебомобиль проехал несколько десятков метров по заводскому двору. Повидимому, это был первый в мире рейс экипажа, получающего энергию на расстоянии бесконтактным способом.

Мощность мотора ветчебомобиля равнялась почти 2 киловаттам. Потери энергии на участке линии протяжением около 300 м оказались меньше одного киловатта, и этим самым была доказана возможность бесконтактной передачи энергии с малыми потерями. Но этим еще не ограничивались наши возможности. Дело в том, что мюнхенские опыты проводились с воздушной бесконтактной тяговой сетью: медные ленты, несущие ток с частотой 100 000 герц и с силой 100 А, были подвешены над дорогой на высоте 4 м. Для практического же осуществления в. ч. т. необходимо избавиться от воздушных проводов, спрятать сеть под основание дороги. Осуществить это было бы очень просто при том условии, если основание дороги сделано из высококачественного электротехнического изолятора. Но в действительности мы имеем дело с песком и глиной, которые часто пропитываются водой и являются плохими изоляторами. Бесконтактная высокочастотная сеть, помещенная под основание дороги, неизбежно будет вызывать нагревание окружающего грунта. Из-

вестно, например, что во время зимних земляных работ при помощи такой высокой частоты размораживают грунт.

Как показал опыт, потери в земле уменьшаются с понижением частоты тока, однако с понижением частоты ухудшается и передача энергии приемным контуром подвижного состава. Если же применить слишком высокую частоту тока, то вся энергия поглощается окружающим грунтом. Наоборот, при слишком низкой частоте электромагнитная энергия вовсе не будет выходить из бесконтактной сети в зону, расположенную над дорогой. Вся энергия тока уйдет на нагревание медных проводников сети. Существуют, видимо, оптимальная частота тока и оптимальная конструкция бесконтактной тяговой сети, при которых получаются минимальные суммарные потери в медных проводниках подземной высокочастотной сети и в окружающем их грунте.

Летом 1943 г. работы по в. ч. т. были перенесены в Энергетический институт Академии Наук.

Осенью 1943 г. по инициативе Наркомата станкостроения было решено построить на станкозаводе им. Орджоникидзе опытную линию внутризаводского в. ч. т. с подземной тяговой сетью¹. В процессе строительства были просчитаны десятки вариантов подземных тяговых сетей. 31 декабря 1943 г. включили первый опытный участок высокочастотной дороги длиной 50 м. Под полом цеха были проложены медные трубы диаметром 16 мм. В качестве подвижного состава применяется электрокара, у которой под грузовой платформой поместили приемный контур, черпающий энергию из электромагнитного поля бесконтактной тяговой сети. Полученный приемным контуром ток высокой частоты выпрямлялся и подводился к серийному тяговому мотору, потреблявшему ток до 30 А при напряжении до 80 вольт. Для преобразования высокочастотного тока в постоянный были испробованы различные типы выпрямителей. В частности, хорошо показали себя газотроны. Успешно работала в качестве выпрямителя вольтова дуга, между угольным стержнем и медной пластиной. Этот примитивный прибор, на изготовление которого уходит буквально несколько минут, отдавал выпрямленный ток силой до 30 А. Вся схема высокочастотной шахматки получается при этом проще схемы детекторного радиоприемника. В дальнейшем для ветчебомобилей будут, видимому, применяться твердые выпрямители, простые и надежные в работе.

Можно полагать, что высокочастотный транспорт получит широкое распространение в городских условиях. Экипажи в. ч. т. можно снабдить небольшими аккумуляторными батареями, которые позволят им отъезжать на несколько километров от высокочастотной магистрали. При движении же вдоль высокочастотной тяговой сети эти аккумуляторы будут заряжаться вновь.

Проложив высокочастотные провода под основными улицами города, можно сделать проходящими для экипажей в. ч. т. решительно все городские участки. В дальнейшем в. ч. т. сможет найти применение и для дальних сообщений между городами.

Для внутризаводского транспорта в. ч. т. сможет заменить во многих случаях конвейеры, аккумуляторные электротележки, тягачи и т. д.

При обсуждении вопроса об использовании в. ч. т. в условиях города высказывалось мнение,

¹ Необходимо отметить энергию, проявленную руководителем работ инж. П. И. Киселевым, а также посточное внимание и действие работе со стороны члена коллегии Наркомата А. П. Рыбкина.

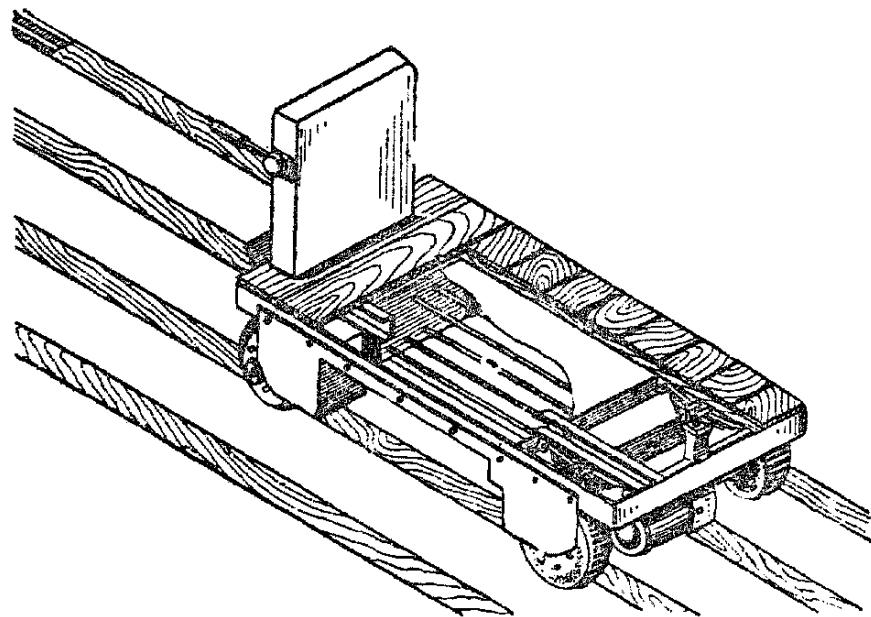


Рис. 2. Грузовая тележка с высокочастотным энергопитанием — вагонетка, построенная на станкозаводе им. Орджоникидзе. Бесконтактная тяговая сеть состоит из четырех медных трубок. Она уложена в каналах, сделанных в полу, и закрыта сверху досками. Приемный контур вагонетки умещается между ее колесами. Слева виден рычаг, служащий для переключения тягового мотора

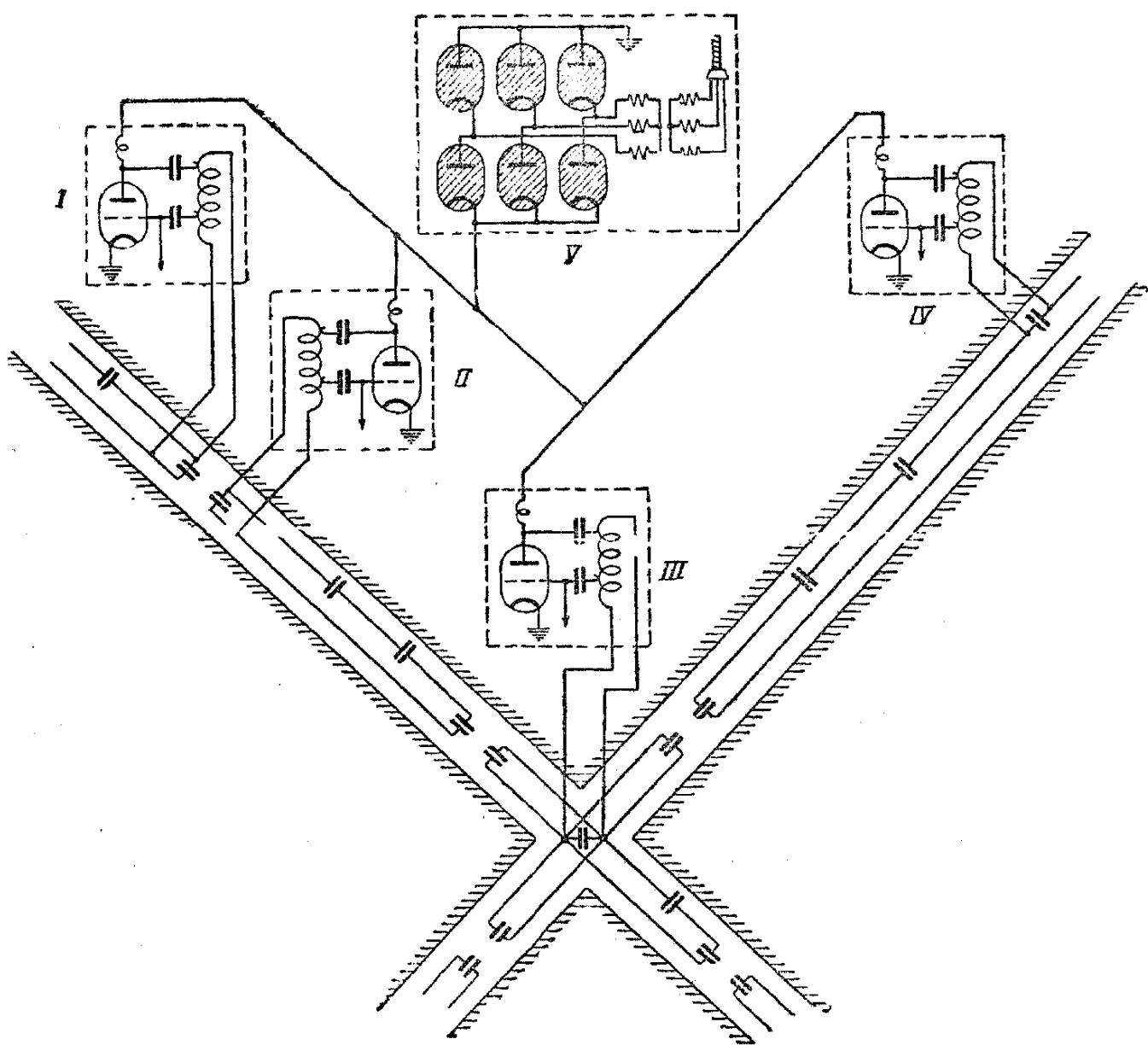


Рис. 3. Принципиальная схема вевичации города. Цифрами I, II, III, VI обозначены отдельные высокочастотные подстанции. Каждая из них питает свой участок бесконтактной тяговой сети, например подстанция III питает перекресток. К высокочастотным подстанциям подводится постоянный ток (при напряжении 10—20 кВ) от центральной выпрямительной установки V

что высокочастотные магистрали несуществимы, так как потребуют слишком больших затрат электроэнергии. Чтобы не повторять свои расчеты в этой области, я отвечал, что наименьшей затраты энергии требует ходьба пешком, босиком, однако никто не станет утверждать, что это самый экономичный, самый выгодный вид транспорта. Развитие техники все время ведет к тому, что добыча энергии неизменно возрастает и что человечество все более и более щедро тратит ее на свои нужды. Тогда мои оппоненты указывали, что увеличение энергетического богатства все не означает, что его надо безрассудно рассеивать на ветер; с большим успехом эту энергию можно использовать в других видах транспорта.

Остановимся поэтому на вопросах потерь. В настоящее время для получения высокочастотного тока применяются ламповые генераторы, коэффициент полезного действия которых достигает 70-80%; есть, кроме того, все основания считать, что в дальнейшем этот коэффициент будет повышаться. Таким образом, если учсть все расходы на амортизацию генераторных ламп и вспомогательное к ним оборудование, энергия тока высокой частоты должна быть на 30-40% дороже энергии постоянного тока, применяемого для контактной электротяги (трамвай, троллейбусы, метро).

Наиболее серьезный источник потерь при эксплуатации в. ч. т. - это бесконтактная тяговая сеть, оживленная высокочастотным током. Независимо от того, нагружена ли сеть подвижным составом или нет, она все время расходует электроэнергию.

Отношение полезной мощности, которую типичный приемный контур подвижного состава может зачерпнуть с каждого квадратного метра поверхности высокочастотной дороги, к мощности, теряемой с этого же метра, носит название добротности или качества дороги. Наши подсчеты и эксперименты показали, что, применяя обычные материалы для строительства основания дороги и расходуя не более 2-3 т меди на каждый километр двухпутного пути, трудно получить качество высокочастотной дороги выше нескольких сотен¹.

Коэффициент полезного действия в. ч. т. будет зависеть от качества дороги и от коэффициента ее покрытия, т. е. от отношения площади, покрытой подвижным составом (полезно нагруженной площади), ко всей площади дороги. Если, к примеру, взять качество дороги 200 и коэффициент покрытия 0,01, то коэффициент полезного действия дороги будет равен 66%. Одна треть энергии уйдет в проводники бесконтактной сети и в окружающий их грунт. В. ч. т. - это транспорт интенсивного движения. При густом движении коэффициент покрытия может доходить до 0,1 и тогда бесполезные потери энергии не будут превышать нескольких процентов.

Если взять городскую магистраль с интенсивностью движения в 200 машин на каждый километр, то для питания такой магистрали понадобилась бы мощность в 2 000 квт/км, что является вполне осуществимым.

Существует, однако, путь для получения высокого коэффициента полезного действия в. ч. т. и при неинтенсивном движении. С этой целью высокочастотная дорога должна быть разбита на короткие участки, которые держат все время обесточенными и включают при помощи специ-

альных реле лишь в тот момент, когда на участках появляется нагрузка (экипажи в. ч. т.).

Тяговые сети, укладываемые под высокочастотной дорогой, могут иметь самое разнообразное сформление. Простейшая сеть - это два проводника, несущие разнонаправленные токи. Более сложные сети могут иметь три, четыре и даже несколько десятков проводников, расположенных либо в виде простого пластика слоя под покрытием дороги, либо переплетающихся между собой по определенным законам.

Расходы на сооружение высокочастотной дороги хотя и будут несколько выше, чем стоимость простой бетонной или асфальтированной дороги, но прстройка ее обойдется значительно дешевле, чем сооружение линии метро или трассы железной дороги, проходящей по воздушной эстакаде.

Стоимость перевозки пассажиров или грузов при помощи в. ч. т. будет такого же порядка, как и стоимость транспортировки в троллейбусах. Однако она будет значительно ниже, чем стоимость перевозок при помощи транспорта с двигателями внутреннего сгорания (автобусы, автомобили).

Внешний облик транспорта определяется движущей его силой: конный экипаж характерен склонами оглоблями, огромные паруса отмечают несомую ветром яхту, мощный котел - первое, что бросается в глаза в паровозе.

По своим конструктивным формам в. ч. т. будет резко отличаться от всех известных до сего времени транспортных средств. Основной тон всей конструкции в. ч. т. определяет приемный контур (корец), черпающий энергию из электромагнитного поля бесконтактной тяговой сети.

Уменьшение зазора между приемным контуром (корцом) и бесконтактной тяговой сетью значительно сокращает бесполезные потери энергии. Величина мощности, которую корец способен отбирать от бесконтактной сети, в известной мере пропорциональна площади корца. Следовательно, чем больше его площадь, тем меньше при заданном потреблении мощности экипажем будет энергопотребление электромагнитного поля бесконтактной сети. А с уменьшением энергопотребления сокращаются и потери энергии в сети.

Приемный контур экипажей в. ч. т., черпающих энергию из подземной бесконтактной сети, должен быть расположен возможно ниже, чтобы иметь возможность захватить возможно большую площадь. Внешние контуры экипажей должны быть очерчены именно корцом. В одной из разработанных нами конструкций корец имеет форму овального витка, плоскость которого параллельна поверхности земли. Этот виток, изготовленный из прочной трубы диаметром в несколько десятков миллиметров, является одновременно и несущей рамой экипажа - основой всей механической конструкции. В четырех местах в рамы сделаны раковинки, внутри которых расположены колеса. К двум задним раковинкам крепятся тяговые электромоторы. Колеса, находящиеся в передних раковинках, делаются поворотными: нижний край трубчатой рамы отстоит от дороги не более чем на 200 мм. К этой раме, установленной на спиральных рессорах, заключенных в кожухи из тонкой красной меди, прикрепляется кузов. Это может быть простая, легкая коробка из легкого сплава или пластмассы. Характерные для современного автомобиля задний мост и дифференциал в нашей конструкции отсутствуют.

В одном или в нескольких местах несущей рамы находятся изолирующие вставки. Сюда включаются батареи слюдяных конденсаторов,

¹ Качество дороги определяется не именованным числом, а отвлеченным (условным) числом.

АКАДЕМИК *Сергей Алексеевич Чаплыгин*



Его научная и общественная жизнь

Член-корреспондент АН СССР

В. В. ГОЛУБЕВ



октября 1942 г. в Новосибирске скончался Герой социалистического труда академик Сергей Алексеевич Чаплыгин — крупнейший ученый нашего времени, выдающийся организатор и общественный деятель, несравненный учитель и замечательный человек.

С. А. родился 5 апреля 1869 г. в Раненбурге, б. Рязанской губернии. Ему было всего два года, когда отец его, Алексей Тимофеевич Чаплыгин, служивший приказчиком, внезапно умер от холеры. Мать С. А., Анна Петровна, переехала в Воронеж и вскоре вышла замуж за С. Н. Давыдова.

Жить было трудно. Отчим С. А. работал плохо, семье помогал мало, содержать и воспитывать детей приходилось главным образом матери С. А., женщине дельной и энергичной; кое-какую помощь оказывали родственники. Сережа — старший из детей — помогал матери по хозяйству, бегал в лавку, нянчил маленьких братьев и сестер.

Мальчик рос не по годам серьезный. Несмотря

на стесненные материальные условия, мать постаралась дать Сереже хорошее образование, определив его в 1877 г. в воронежскую гимназию. Здесь быстро обнаружилось, что ученик Чаплыгин Сергей обладает блестящими способностями. Особенно замечательна была его память; все, что говорили учителя, и все, что С. А. прочитывал в книгах, точно удерживалось в его памяти.

В 1886 г. С. А. блестяще окончил гимназию и с небольшой суммой (200 руб.), заработанной уроками, отправился в Москву, где и поступил в университет, на физико-математический факультет. В то время в Московском университете были крупные научные силы: математик В. Я. Цингер; физик А. Г. Столетов и ряд других; тогда же начинал свою блестящую научную и преподавательскую деятельность «отец русской авиации» Н. Е. Жуковский.

Первоначально, вероятно под влиянием А. Г. Столетова, научные интересы С. А. склонялись в сторону физики. Но затем С. А., тяготясь, повидимому, необходимостью вести кропотливую лабораторную, экспериментальную работу, к которой не обнаруживал интереса, стал специализироваться

служащих для настройки приемного контура в резонанс с частотой тока в бесконтактной тяговой сети. Эти батареи весят в общей сложности не более 1 кг на каждый киловатт мощности тяговых моторов.

Силовые линии быстропеременного электромагнитного поля, вертикально подымающиеся вверх от бесконтактной тяговой сети, пронизывают несущую раму — приемный контур экипажа в. ч. т., вливая в него их движущуюся энергию. Корец площадью в 1 м² способен зачерпнуть из поля тяговой сети свыше 10 киловатт.

Управлять экипажем в. ч. т. значительно проще, чем современным автомобилем. Ходовая педаль, регулирующая подводимую к тяговым моторам мощность, тормозная педаль и руль — вот и все основные органы управления, расположенные перед водителем вechemобиля. Полное и частичное изменение скорости экипажа производится одним лишь органом регулировки — ходовой педалью.

В экипаже в. ч. т. отсутствует характерное для современного автомобиля переключение скоростей при помощи зубчатой передачи. Свойство серийного электромотора таково, что он сам приспосабливается к профилю пути, сам изменяет свою скорость и потребление мощности в зависимости от того, идет ли дорога в гору или с горы. Все это облегчает работу водителя.

Большие коммунальные повозки, мощные учебусы, рассчитанные на перевозку нескольких десятков пассажиров или нескольких тонн грузов, будут крайне просты по конструкции и в управлении.

Наконец, высокочастотный транспорт дает возможность создать совершенно новый тип индивидуального транспорта — маленькие тележки, моторные коньки мощностью в несколько сотен ватт, вес которых не будет превышать нескольких килограммов. Это поистине будет осуществление старой сказки о семимильных сапогах...

ся в области теоретической механики. Этому несомненно способствовали живое преподавание Н. Е. Жуковского и тот интерес к научной работе, который он умел возбуждать у своих учеников.

Под руководством Н. Е. Жуковского С. А. начал самостоятельную научную работу еще на университетской скамье.

В 1890 г. С. А. окончил университет. За три года до этого Н. Е. Жуковский выпустил в свет свои знаменитые «Лекции по гидродинамике», подводившие итоги его 15-летним исследованиям вопросов гидромеханики. Задача, изучаемая в пятой лекции этого курса — «О движении тела в беспредельной жидкости», послужила предметом первых самостоятельных изысканий С. А.: его студенческого сочинения¹ и двух больших мемуаров, из которых первый, написанный в 1893 г., был удостоен университетом премии имени Брашмана², а второй, написанный в 1897 г.³, послужил темой для магистерской диссертации.

Вот как характеризует эти работы Н. Е. Жуковский: «Задача о движении по инерции твердого тела внутри несжимаемой жидкости, ввиду богатства форм допускаемых движений, живо заинтересовала меня, когда я в качестве приват-доцента начал свои лекции в Московском университете чтением специального курса гидродинамики. При напечатании этого курса я высказал некоторые соображения о постановке этой задачи с геометрической точки зрения. За разрешение этой задачи взялся тогда еще начинающий свою ученью деятельность С. А. Чаплыгин и в двух своих прекрасных работах показал, какою силой могут обладать остроумно поставленные геометрические методы исследования»⁴.

В этих работах С. А. Чаплыгина еще полностью сказалось влияние Н. Е. Жуковского, по складу своего ума ярко выраженного геометра. Но насколько Н. Е. Жуковский был геометром, настолько же С. А. был аналитиком: необыкновенное искусство аналитических вычислений сказалось уже в студенческой работе молодого ученого.

Исключительный аналитический талант С. А. проявился в двух трупах работ (1895—1903 гг.) по динамике твердого тела. Первая из них посвящена задаче о движении тела с дифференциальными неинтегрируемыми (так называемыми неголономными) связями. Шар, катящийся по шерховатой поверхности, серсо, велосипед, сани с направляющими полозьями, катящиеся направляющие ролики счетных приборов, планиметров, интеграторов, интеграфов — все это примеры движений с неголономными связями.

В работах, посвященных этой задаче⁵, С. А. впервые дал общие уравнения для неголономных движений.

Замечательные исследования С. А. по теории движения тел в жидкости и по движению неголономных систем вскоре получили высокую оценку. В 1903 г. Российской Академии Наук присудила автору исследований золотую медаль.

¹ «О движении тяжелых тел в несжимаемой жидкости», Полн. собр. соч. С. А. Чаплыгина, т. I, 1933, стр. 133.

² «О некоторых случаях движения твердого тела в жидкости», там же, стр. 1.

³ То же. Статья вторая, там же, стр. 43.

⁴ Н. Е. Жуковский. Механика в Московском университете за 50 лет, Полн. собр. соч. т. IX, 1897, стр. 208.

⁵ «О движении тяжелого тела вращения на горизонтальной плоскости» (1897), Полн. собр. соч., т. I, стр. 15; «О некотором возможном обобщении теоремы площадей с применением к задаче о катании шаров» (1897), там же, стр. 172; «К теории движения неголономных систем», «Георема о приводящем движении» (1911), там же, стр. 207.

Позднее, в 1911 г., С. А. еще раз вернулся к задаче о движении неголономных систем и показал, что при некоторых условиях данные им уравнения движения неголономных систем можно свести к виду обычных канонических уравнений динамики.

Вторая группа работ С. А. по динамике твердого тела посвящена классической задаче о движении тяжелого твердого тела, имеющего неподвижную точку. Еще в 1889 г. замечательный прогресс в этой классической задаче был достигнут нашей знаменитой соотечественницей С. В. Ковалевской, получившей за свою работу от Парижской Академии Наук увеличенную премию Вордэна. Ею был открыт и до конца изучен новый случай интегрируемости, который носит теперь в науке название «Случай Ковалевской».

Классическая работа С. В. Ковалевской привлекла к этой задаче внимание ученых всего мира. В частности, и в Москве один из учеников Н. Е. Жуковского — Д. Н. Горячев, ныне профессор в Ростове-на-Дону, нашел частное решение задачи о движении твердого тела при некоторых условиях, налагаемых на моменты инерции, положение центра тяжести и на начальные условия. Этому же вопросу посвящено несколько работ С. А.¹, в которых он дал полное исследование задачи Д. Н. Горячева.

Период до написания в 1902 г. докторской диссертации занимает в научном творчестве С. А. особое место. Характеризуется оно и выбором тематики и методом научного исследования. Содержанием работ этого периода является решение различных задач классической механики (как она сложилась в трудах Лагранжа, Шуассона, Якоби, Гамильтона, Кирхгофа, Ковалевской). Сущность этого направления можно характеризовать так: ставится задача разработки методов интегриации дифференциальных уравнений механики и изучаются случаи, когда такая интеграция возможна в замкнутом виде, например выполняется в квадратурах или в функциях Якоби, или в функциях Розенхайна, как это было в случае Ковалевской. Геометрическая картина движения является при этом не методом исследования, а только наглядной иллюстрацией полученных аналитических соотношений. Трактуемые задачи вытекают из развития самой механики. Трудно уловить влияние на выбор их каких-нибудь внешних условий, например потребностей техники. Затруднительно установить и непосредственное практическое значение разрабатываемых методов и задач, так как это значение идет далекими путями, через посредство гидравлики, прикладной механики, сопротивления материалов, где методы «чистой» теоретической механики путем различных допущений и упрощений получают приложение к решению практических задач в таком виде, в котором трудно узнати их теоретический прообраз.

В этих классических областях механики работы С. А. представляют собой настоящие образцы научного творчества по ясности постановки задачи, по силе метода, по эффективности и законченности решения.

Перейдем теперь к докторской диссертации

¹ «Новый случай вращения тяжелого твердого тела, подвергнутого в одной точке» (1901), Полн. собр. соч. т. I, стр. 211; «Линейные частные и неподвижные задачи о движении твердого тела, подвергнутого в одной точке» (1898, там же, с. р. 235); «Новое частное решение задачи о вращении твердого тела, подвергнутого в одной точке» (1903), там же, стр. 246.

С. А. «О газовых струях». Она стоит на границе двух этапов его научного творчества, выделяется исключительной ценностью полученных в ней результатов и оригинальностью методов исследования.

Эта работа была написана летом 1901 г. Целью работы было разработать метод, который позволял бы решать задачи на обтекание преград с образованием срыва струй для случая потока сжимаемого газа.

Гениальное по простоте решение этой задачи, данное С. А., состоит в том, что если известно решение некоторой задачи теории струй для случая несжимаемой жидкости и если определяющая это решение функция допускает определенного вида разложение в ряд, то решение аналогичной задачи для газа получится в виде совершенно такого же ряда, все члены которого получат дополнительные множители, представляющие собой отношение Гауссовых гипергеометрических рядов.

Так как это решение в приложении к частным задачам оказывается достаточно сложным, то С. А. разработал приближенный, гораздо более простой метод, годный в случае, если скорости течения не превосходят, примерно, половины скорости звука, тогда как общий метод С. А. годен при любых скоростях течения газа, меньших скорости звука (которая, как известно, при обычных атмосферных условиях равна 330 м в секунду).

На защите диссертации в числе других членов факультета был знаменитый ботаник К. А. Тимирязев. Поздравляя после защиты С. А., он сказал:

«Я не понимаю всех деталей вашего исследования, которое далеко лежит от моей специальности, но я вижу, что оно представляет вклад в науку исключительной глубины и ценности».

Эти слова полностью оправдались. Прошло более 40 лет. Наши знания в области газовой динамики за это время чрезвычайно увеличились, но ценность работы С. А. с течением десятилетий только возросла. Ни в момент защиты диссертации, ни в ближайшие годы после своего появления работа С. А. не привлекла к себе внимания. Может быть, причиной этому была отчасти сложность самой работы: С. А. не принадлежит к числу авторов, произведения которых легко читаются. Но возможно, что этому были и другие причины. Дело в том, что в те времена в технике представляли интерес или скорости движения, сравнительно малые со скоростью звука, где влияние сжимаемости чрезвычайно мало, или, как в баллистике, скорости, значительно превосходящие скорость звука, где теория, развитая С. А., не применима.

Понадобилось современное развитие скоростной авиации, где в технику вошли скорости, близкие к звуковым, чтобы выяснилось исключительное значение работы С. А. В 1935 г. на международном съезде механиков в Риме, когда иностранные ученые впервые как следует ознакомились с ее содержанием, она стала в центре внимания и с тех пор стала общепризнанным бесспорным классическим сочинением по газовой динамике. И неудивительно. Она содержит единственный в настоящее время метод решения задач, чрезвычайно актуальных и над исследованием которых безуспешно работали многие крупнейшие ученые.

Защиту докторской диссертации в 1903 г. надо считать переломом и в научной деятельности, и в жизни С. А.

В годы, когда С. А. окончил университет, наущная молодежь находилась в совершенно иных условиях, чем теперь. Если теперь окончивший аспирантуру молодой ученик обычно сразу получает самостоятельную преподавательскую работу в высшей школе, то в те годы, при малом числе вузов, молодой ученый мог получить работу только в средней школе.

С. А. начал свой преподавательский путь учителем физики в женском Екатерининском институте. Затем — преподавание математики в Межевом институте, преподавание механики в Московском высшем техническом училище, где С. А. был ассистентом Жуковского, преподавание механики, а позднее, с 1901 г., и профессура в Московском инженерном училище, преподавание механики на Московских высших женских курсах.

В Московском университете С. А. состоял при ват-доцентом с 1894 г. Ряд выдающихся работ дал ему общее признание как одному из крупнейших ученых нашей страны, и в декабре 1903 г. С. А. был избран профессором Московского университета.

Вскоре обстоятельства сложились так, что открылась еще одна черта характера С. А. Он оказался замечательным организатором.

В Москве были Высшие женские курсы, организованные известным историком, проф. Герье. Сначала руководители курсов ставили перед собой несколько неопределенные задачи — содействовать общесоциальному росту женщин и приобщить их к достижениям современной науки. Но с наступлением революционного подъема 1905 г. перед курсами возникли совершенно новые задачи. Дело шло о том, чтобы вести массовую подготовку научных специалистов — женщин-педагогов, женщин-врачей, химиков, биологов, историков. Старое руководство не могло удовлетворить поставленным задачам, и профессорская коллегия выбрала С. А. директором курсов.

Исключительно трудные задачи встали перед новым директором. Бурный рост курсов требовал новых помещений, необходимо было строить специальные здания, затратить огромные суммы денег. Ничтожная субсидия, получаемая от правительства, и поддержка, оказываемая либеральными московскими кругами, были, конечно, недостаточны для осуществления этих целей. К тому же после революционного подъема 1905 г. началась полоса реакции, и существование курсов стало под угрозой.

При таких условиях нужен был исключительный талант организатора, чтобы вести и расширять работу курсов. С. А. оправдал самые большие надежды, которые на него возлагались. Благодаря его настойчивости, авторитету и большому такту курсам удалось получить безвозмездно на пустынном тогда Девицем Поле участок земли для постройки новых зданий. И располагая буквально грошами, С. А. ухитрился построить на этом участке те дворцы, которые и в настоящее время стоят в ряду лучших учебных зданий Москвы.

С. А. был директором курсов с 1905 по 1918 г., когда они были санкты с Московским университетом, а центр административной деятельности С. А. вскоре переместился в другое огромное учреждение — в Центральный аэрогидродинамический институт, всемирно известный ЦАГИ.

Воспоминания о работе на курсах были до-

роги С. А. не только как воспоминания их директора. С 1911 г., когда С. А. и ряд других профессоров в знак протеста против реакционной политики министра народного просвещения Кассо ушли из Московского университета, курсы вплоть до 1917 г. оставались для него также главным местом педагогической и ученой деятельности. В Московский университет С. А. вернулся только после революции, в 1917 г.

Работа С. А. на посту директора курсов создала ему широчайшую популярность. В 1917 г. он был выдвинут на пост Московского городского головы, но царское правительство его не утвердило. Административный талант С. А., его хозяйствственные способности с полным блеском проявились в ЦАГИ. После смерти в 1921 г. Н. Е. Жуковского С. А. стал во главе научного руководства ЦАГИ, как председатель коллегии. Огромное строительство прекрасных, оборудованных по последнему слову науки лабораторий, проведено под руководством С. А.—замечательный памятник его административной и хозяйственной деятельности. С. А. был связан с ЦАГИ работой до последних дней своей жизни; он занимал там различные ответственные посты, непрерывно руководил всей научной деятельностью института, а в промежуток с 1928 по 1931 г. был директором и начальником ЦАГИ.

Так в лице С. А. работа ученого-теоретика сочеталась с широкой общественно-административной деятельностью.

Как уже было сказано, докторская диссертация послужила переломным моментом в научном творчестве С. А. От задач чисто теоретических, характерных для его творчества в первый период деятельности, научные интересы С. А. переходят в область задач прикладных, самым тесным образом связанных с потребностями современной техники.

Начало нынешнего столетия ознаменовалось, как известно, первыми полетами на аппаратах, «более тяжелых, чем воздух». Между 1903 и 1905 г. братья Райт в Америке и Фарман и Сантос-Дюмон во Франции, построив первые самолеты, совершили удачные полеты. Для дальнейшего развития этой новой области техники нужна была теория, которую можно было положить в основу расчета летательных машин. Сорок лет назад гидро- и аэrodинамика почти ничего не могли дать инженеру. Только в 1906 г. Н. Е. Жуковский в своем классическом мемуаре «О присоединенных вихрях» дал знаменитую формулу, которая и поныне производится во всех учебниках гидромеханики и служит основой теоретического расчета самолета. Эта формула определяет величину подъемной силы. Однако от исследования Н. Е. Жуковского до его практического применения было еще далеко. Дело в том, что в формулу входила величина так называемой циркуляции скорости, зависящая от угла атаки, от скорости и от геометрической формы крыла. Для того чтобы можно было применять формулу Жуковского, надо было найти способ вычисления циркуляции по геометрической форме крыла.

Основная трудность этой задачи, решение которой никак не давалось Н. Е., состояла, надо полагать, в следующем. Теорема Жуковского выведена в предположении, что жидкость совершенно лишена вязкости, между тем влияние формы крыла, вероятно, оказывается именно через посредство вязкости жидкости на величину цирку-

ляции. Н. Е. Жуковский искал, повидимому, решение задачи именно в этом направлении, и преодолеть эту весьма трудную задачу, решения которой мы не знаем до настоящего времени, он не смог.

С. А. знал, конечно, о работах по аэромеханике Жуковского и других ученых, но сам лично не проявлял интереса к этой области. Научные интересы его были направлены совсем в другую сторону. Можно думать, что к периоду 1905—1910 гг. относится ряд незаконченных исследований С. А. по небесной механике, оставшихся среди его бумаг.

В конце 1909 г. в Москве состоялся очередной съезд естествоиспытателей и врачей. На съезде была секция воздухоплавания, на одном из заседаний которой Н. Е. Жуковский сделал доклад о подъемной силе самолета, причем, не имея возможности применить свою собственную, найденную несколько лет назад теорию о подъемной силе, пытался дать объяснение возникновения подъемной силы, исходя из влияния трения; физически такое объяснение было, вероятно, правильным, но оно не открывало никаких путей для определения величины подъемной силы.

Среди слушателей доклада был С. А. Чаплыгин. Здесь же, во время доклада, у него возникла мысль о том, что все трудности, связанные с определением циркуляции, в формуле можно легко обойти, если принять во внимание следующий факт, наблюдаемый экспериментально: при плавном обтекании крыла потоком воздуха острая задняя кромка крыла является линией плавного схода потока с верхней и нижней поверхностей крыла.

Нетрудно доказать, что в случае, если поток плавно обтекает острую заднюю кромку, не скользя с нее, то скорость потока на задней кромке равна бесконечности. Поэтому данный экспериментальный факт можно выразить еще таким образом: физически возможными являются только такие течения, при которых скорость потока во всех точках поля течения конечна.

Это положение, как показали вычисления и самого С. А., и Н. Е. Жуковского, которому С. А. тут же после заседания сообщил о своей догадке, позволило найти величину циркуляции, а при помощи теоремы Жуковского и величину подъемной силы.

Трудности, связанные с определением величины циркуляции, задержали развитие теоретической аэромеханики более чем на четыре года. Зато после гениального по своей простоте и остроумию обхода этого затруднения при помощи введенного С. А. Чаплыгиным постулата началось бурное развитие теории крыла — основы всей современной технической аэромеханики, а в руках Н. Е. Жуковского — и развитие теории пропеллера.

Постулат Чаплыгина открывал чрезвычайно широкие перспективы для разработки вопросов, выдвигаемых бурно растущей авиацией. Решению этих задач и была посвящена почти исключительно научная деятельность С. А. последних 30 лет его жизни. Действительно, кроме небольшого числа работ по случайно встретившимся вопросам (теория гидроскопа, теория смазки и т. п.), можно указать за этот период лишь одно исследование, далеко отстоящее от задач аэромеханики,— это замечательные по оригинальности и по силе анализа чисто математические работы по

приближенному интегрированию дифференциальных уравнений¹.

Все же остальные работы С. А. посвящены теории крыла, и почти каждая из них представляет классическое исследование, методы и результаты которого навсегда войдут в сокровищницу основных достижений науки.

Выше было уже сказано, какую важную роль в развитии технической аэромеханики сыграл постулат Чаплыгина. Решение задачи об определении величины подъемной силы крыла на основе этого постулата было дано С. А. в мемуаре «О давлении плоскопараллельного потока воздуха на преграждающие тела», написанном сейчас же после съезда естествоиспытателей и врачей, в начале 1910 г.

В этой классической работе впервые была решена до конца задача об определении подъемной силы крыла. Но ее содержание этим далеко не исчерпывается. Работа замечательна еще и тем, что в ней разработан систематический метод решения задач плоской гидромеханики применением теории функций комплексного переменного. В частности, в ней выведены знаменитые формулы для определения сил давления потока.

Две работы — Н. Е. Жуковского «О присоединенных вихрях» и С. А. Чаплыгина «О давлении высокопараллельного потока воздуха на преграждающие тела» — замечательный этап в развитии гидромеханики. В них было положено начало совершенно новой области в исследовании течений жидкости — течения вокруг тел с плавным обтеканием их. Этот отдел, навсегда связанный с именами Жуковского и Чаплыгина, вошел во все современные трактаты по гидромеханике как ее основная часть, наряду с теорией вихрей, теорией струй и т. п.

Замечательный мемуар 1910 г. открыл длинный список работ С. А., посвященных различным вопросам теории крыла. Прежде всего следует отметить работу С. А. «К общей теории крыла моноплана», напечатанную в 1920 г. В ней введен в науку ряд важнейших понятий и идей, часть которых, повидимому, не использована и до настоящего времени. Введенные С. А. понятия о параболе устойчивости, о фокусе крыла стали основными частями современных исследований. В понятии об изображающих профилях, в методах получения новых профилей мы имеем, может быть, источники дальнейшего развития теории. Идеи этой работы послужили исходным пунктом для многочисленных исследований и в СССР и за границей.

Столь же интересна работа «Схематическая теория разрезного крыла», написанная С. А. в 1922 г. и посвященная им памяти своего учителя. Основная идея работы состоит в том, что путем прибавления к крылу некоторых добавочных частей можно добиться увеличения его подъемной силы. Это замечательное исследование явилось началом многочисленных работ по так называемой механизации крыла как самого С. А., так и других исследователей.

Сущность всех этих исследований сводится к тому, что крыло современного аэроплана в целях повышения его аэродинамических свойств проходит любопытную эволюцию: от неизменяемого крыла несущей поверхности, путем присоединения добавочных частей (предкрылоков, закрылоков, различного рода щитков, элеронов, отсасывания,

сдувания и т. д.) крыло постепенно превращается в сложный и гибкий механизм, превосходящий по гибкости, может быть, крыло птицы. Интересно отметить, что мемуар С. А. написан в годы, когда конструкторы по существу еще и не подходили к решению подобных вопросов.

Таким же открывающим новые горизонты исследованием была работа «О влиянии потока воздуха на движущееся в нем цилиндрическое крыло», написанная С. А. в 1926 г. Эта работа, обобщающая основные формулы Чаплыгина — Близитуса на случай неуставновившегося движения крыла, и теперь, через 18 лет после ее появления, не дополнена, пожалуй, ничем существенным, несмотря на то, что после С. А. теми же вопросами занималось очень много первоклассных специалистов.

В заключение этого далеко не полного обзора укажем небольшую работу «К теории трипланов», написанную С. А. в 1937 г. уже в очень преклонном возрасте. Она поражает остроумием метода исследования, свежестью и оригинальностью идей.

В истории науки имя С. А. Чаплыгина прежде и больше всего связано с развитием современной технической гидромеханики, наряду с именем другого замечательного русского ученого, Н. Е. Жуковского. Оба они своими работами создали новую область науки. Но если имена Чаплыгина и Жуковского стоят рядом, как имена двух основоположников новой области науки, то в своем творчестве, в методах работы, в направлении исследования, в своих вкусах, это были люди совершенно различные.

Н. Е. Жуковский — страстный любитель природы, плавец, охотник; С. А. Чаплыгин — типичный горожанин, даже свой отдых на лоне природы проводивший за игрою в шахматы. Столь же различны они были и в самом отношении к науке. Это различие шло от самого понимания роли и значения науки, понимания того, что такое механика. Несомненно, механика есть естественная наука о движении в природе твердых, жидких и газообразных тел. Однако уже гений Ньютона сумел дать этой науке такую аксиоматически законченную форму, что она приобрела чисто математический, свободный от всякого эксперимента вид. Механика стала походить в этом отношении на другую обширную область нашего знания — геометрию.

В механике имеются два различных направления. Одно ведет нас из Пизанского собора, где Галилей наблюдает качание паникадила, через опыты над жидкостями Паскаля и Бернулли, через стрельбу из пушек, которую определялась скорость звука, через Шантен, где наблюдал качание маятника Фуко, — ведет нас длинным, но прямым путем прямо в современные гидро- и аэrodинамические лаборатории наших институтов и университетов, в конструкторские бюро, где разрабатываются конструкции современных гидрокомпасов, гидроригоризонтов и других аппаратов, основанных на применении основных принципов механики. Интересно отметить, что в этом направлении шло развитие мыслей не только специалистов-механиков. Конструкция паровых машин, механические модели, направляющие механизмы — все это источники, из которых черпал свои гениальные математические мысли академик П. Л. Чебышев, гордость русской математики. Такой же была и механика Н. Е. Жуковского — богатая физической интуицией, широким экспериментом.

¹ С. Чаплыгин, «Новый метод приближенного интегрирования дифференциальных уравнений» (1919—1920), Полн. собр. соч., т. III, стр. 65.

А рядом мы имеем другую механику, истоки которой в знаменитых «Axiomata sive leges motus» Ньютона, механику как ветвь чистой математики. Это механика Лагранжа, Якоби, вариационных принципов, механика С. В. Ковалевской, классических работ академика А. М. Ляпунова. Такова механика и С. А. Чаплыгина.

Было бы безнадежно, например, в трудах А. М. Ляпунова искать какой-либо намек на физическую реальность, на эксперимент; мы не найдем в них ни физической интуиции, ни данных эксперимента. В его механических исследованиях мы встретим лишь тончайшие и сложнейшие математические результаты.

Совершенно такого же чисто математического, чисто аналитического характера были исследования С. А. Чаплыгина. И здесь мы наблюдаем парадоксальное явление. Работы С. А. были связаны с аэродинамикой, с расчетом самолетов, т. е. с областью не только экспериментальной, но и областью чисто технического конструирования. Более двадцати последних лет своей жизни С. А. отдал работе в ЦАГИ, как научный руководитель, возглавлявший строительную и научную работу громадных лабораторий. И, несмотря на все это, сам С. А. лично никакого отношения к эксперименту не имел.

Единственный «станком», у которого работал С. А. Чаплыгин, был его письменный стол. С. А. сам как-то рассказывал мне, что в своей жизни он произвел в лаборатории только один опыт. Будучи студентом, он хотел пройти физический практикум, тогда необходимый. В качестве первой работы ему дали взвесить на точных весах какую-то стеклянку. Он ее взвесил, хорошего результата не получил и после этого других попыток заняться экспериментом не делал.

Замечательный администратор, руководитель и начальник ЦАГИ, С. А. проделал огромную работу по созданию лабораторий и по развертыванию в них разнообразных экспериментальных исследований. В то же время, как учений, научный исследователь, он был чистейшей воды теоретик, аналитик, талантливейший продолжатель того направления, которое с таким блеском было развито академиком Ляпуновым.

Характерными особенностями точного и ясного ума С. А. объясняют его научные вкусы и в известной доле научную нетерпимость. Все незаконченное, расплывчатое казалось С. А. сомнительным и бесполезным для науки. Он, например, весьма критически относился ко всем результатам, связанным с так называемым пограничным слоем. Может быть, тем же объясняется и его критическое отношение к современной, неニュтоновской механике относительности. Известная неопределенность ее исходных положений отталкивала его; классическое направление его ума требовало других, более четких аксиоматики исходных соображений.

С. А. не был блестящим лектором, читать лекции не любил и без сожаления их прекратил. Нельзя указать и учеников С. А., которые под его непосредственным руководством были бы введены в область научной работы, в противоположность Н. Е. Жуковскому, которого всегда окружали многочисленные ученики и сотрудники. Но сдавали созданием такой непосредственной школы можно ограничивать научное влияние ученого. В области математических наук известно немало примеров, когда влияние научных идей выдающихся ученых, не имевших непосредственных учеников, испытали на себе все современные

математики. Точно так же испытывает на себе каждый современный ученый-механик влияние творческой личности С. А. Чаплыгина.

С какой бы точки зрения ни подходить к оценке методов работы С. А. и его учителя, между ними окажется глубочайшее различие. Но было нечто в их мировоззрении, что связывало их в одном общем устремлении. Это — их взгляд на цель и назначение науки.

И Жуковскому, и Чаплыгину было абсолютно чуждо пассивное созерцание гармонии мира. Задача науки, как ее понимали Н. Е. Жуковский и С. А. Чаплыгин, — переделать мир, использовать силы и законы природы, чтобы с наименьшей затратой сил заставить служить ее делу технического и общего прогресса человечества, росту его культуры, благополучия и процветания.

Свой большой организаторский талант С. А. проявлял во всяком деле, которое он вел. Избранный в конце 1926 г. членом-корреспондентом Академии Наук, а в 1929 г. академиком, он работает председателем группы техники; позднее, с 1933 г., состоит председателем комиссии технической терминологии; с 1937 г. председателем комиссии по гидромеханике; после открытия при Академии Наук Института механики он входит в состав Ученого совета института, а параллельно с этим продолжает интенсивную работу в ЦАГИ. Как депутат Моссовета, он принимает деятельное участие в общественной работе, активно работает в Московском Доме ученых и, наконец, руководит работой по управлению домами ученых.

Во всех этих делах — большого и малого масштаба — С. А. с величайшей требовательностью относился и к себе и к своим сотрудникам: всегда и везде требовал отчетливой, напряженной работы. В своих научных оценках С. А. временаами был беспощаден, но, как бы строга ни была эта оценка, человек, к которому она относилась, всегда чувствовал ее справедливость.

Но за суровой внешностью начальника и администратора скрывалось сердце доброго и отзывчивого человека, от которого в тяжелые минуты можно было получить и моральную и материальную помощь.

Всю свою жизнь С. А. отдал служению Родине. Огромный талант ученого-исследователя, замечательные организаторские способности, все силы были отданы делу процветания родной науки, росту культуры и расцвету родной страны.

С. А. пользовался безусловным авторитетом и полным доверием всех, кто его знал. Работы С. А. Чаплыгина получили самую высокую оценку правительства, наградившего его орденом Трудового Красного Знамени, орденом Ленина и присвоившего ему почетнейшее звание Героя социалистического труда.

Горячий патриот, С. А. видел величайшую радость в процветании своей Родины и с гордостью сознавал, что его научные идеи, его труды и труды его учеников — научных исследователей, инженеров — служат делу процветания родной страны, делу укрепления ее мощи.

Я видел С. А. в последний раз 10 июля 1941 г., когда наши войска под напором фашистов отступали с тяжелыми боями, оставляя врагу города и села. В эти дни единственным желанием С. А. было увидеть победу нашей страны. Когда мы расставались, он сказал:

— Я хочу только одного — дожить до того дня, когда будет разгромлена фашистская Германия.

ИЗОБРЕТЕНИЕ

РАДИО

К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ВЕЛИКОГО РУССКОГО ФИЗИКА

А. С. Попова

Г. Н. Головин

protokole заседания физического отделения Русского физико-химического общества от 7 мая (25 апреля ст. ст.) 1895 г. говорится:

«А. С. Попов сделал сообщение: «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям». Исходя из опытов

Бранли, докладчик исследовал резкие изменения в сопротивлении, испытываемые металлическими порошками в поле электрических колебаний. Пользуясь высокой чувствительностью металлических порошков к весьма слабым электрическим колебаниям, докладчик построил прибор, предназначенный для показания быстрых колебаний в атмосферном электричестве. Прибор состоит из стеклянной трубки, наполненной металлическим порошком и введенной в цепь чувствительного реле. Реле замыкает ток батареи, приводящей в действие электрический звонок, расположенный так, что молоточек его ударяет и по чашке звонка и по стеклянной трубке. Когда прибор находится в поле электрических колебаний или соединен с проводником, находящимся в сфере их действия, то сопротивление порошка уменьшается, реле замыкает ток батареи и приводит в действие звонок; уже первые удары звонка по трубке восстанавливают прежнее большое сопротивление порошка, и, следовательно, приводят снова прибор в прежнее чувствительное к электрическим колебаниям

состояние. Предварительные опыты, произведенные докладчиком с помощью небольшой телефонной линии в г. Кронштадте, показали, что воздух действительно иногда подвержен быстрым переменам его потенциала. Основные опыты изменения сопротивления порошков под влиянием электрических колебаний и спроектированный прибор были показаны докладчиком...»

Так, сухим и бесстрастным языком повествует документ об открытии, которое создало новую эру в истории человечества. Открытие это сделал скромный преподаватель Минных офицерских классов в г. Кронштадте А. С. Попов. На заседании Русского физико-химического общества он не только познакомил научный мир с первыми результатами своих работ над изучением лучей Герца, как тогда называли электромагнитные волны, но и демонстрировал прибор для их обнаружения. В то время не было еще ни где в мире передающей радиостанции, и А. С. Попову пришлось принимать на свой прибор те электрические разряды, которые возбуждаются в атмосфере грозами,—поэтому он и назвал его «грозоотметчиком». Это был первый в мире радиоприемник.

В заключение доклада А. С. Попов сказал несколько слов об истинном назначении своего изобретения.

— Могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании его может быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний...



А. С. Попов

Попов был скромным человеком. Особенно осторожно относился он к словам и выражениям, касающимся научных вопросов. Поэтому так кратко и скрупульно выразил он то, в чем несомненно был твердо убежден. Близкому же человеку, каким является его друг и помощник П. Н. Рыбкин, он сказал откровенно:

— Петр Николаевич, мы с вами сделали такое открытие, все значение которого сейчас едва ли кто поймет. Не сколько недель, которые мы провели в работе над грозоизмерителем, верьте мне, являются самым знаменательным временем во всей нашей жизни.

Ученые тоже поняли, сколь велико сделанное Поповым изобретение. Ни у кого из присутствовавших на этом заседании не оставалось сомнения в скором осуществлении заманчивой мечты о телеграфировании без проводов, и собравшиеся проводили докладчика горячими аплодисментами.

День же 7 мая 1895 г. стал считаться днем рождения радио.

Изобретатель радио Александр Степанович Попов родился 85 лет назад, 16 марта 1859 г. на Северном Урале, в рабочем поселке Туринский рудник. Уже с ранних лет любознательный мальчик стал увлекаться техникой, поражая своей сообразительностью инженеров местного медеплавильного завода. Он часто спрашивал у них, как устроены и работают машины, как добывается руда. Книги были его друзьями. Попов прочел много технических книг и научился слесарному, токарному и столярному делу. Впоследствии эти навыки весьма пригодились ему в изобретательской и конструкторской работе.

Получив первоначальное образование в Долматовском духовном училище и в Пермской семинарии, Александр Степанович стал готовиться к поступлению в университет. Осенью 1877 г. он был принят на первый курс физико-математического факультета Петербургского университета. Началась жизнь, полная нужды и лишений. Деньги на пропитание приходилось зарабатывать частными уроками. Здоровье Попова резко пошатнулось. Тем не менее он считался лучшим студентом факультета. Будучи еще на 4-м курсе, он был назначен ассистентом — случай, небывалый в истории университета: обычно на эту работу выдвигали молодых ученых, уже окончивших высшее учебное заведение.

В те годы в России зарождалась электротехника, проводились первые опыты электрического освещения. Вопросы практического применения электричества очень интересовали Александра Степановича. Занимаясь в университете, он стал одновременно работать на одной из первых электростанций Петербурга в качестве простого монтера.

После окончания университета Попов становится деятельным участником только что основанного общества «Электротехник», по заданию которого обрудует электрические установки в Рязани, Ряжске, Москве и в других городах. В 1883 г. Александр Степанович поступает на должность лаборанта по физике и электричеству в Минный офицерский класс в г. Кронштадте. Здесь суждено ему было провести 18 лет своей жизни. В стенах Минной школы работал Попов над изучением электромагнитных волн, и здесь же построил он свой грозоизмеритель.

Как же пришел А. С. Попов к своему гениальному открытию?

Еще в 1831 г. знаменитый английский физик

Фарадей утверждал, что распространение электрической и магнитной силы представляет колебательное явление и происходит с определенной скоростью. Это было замечательным открытием, которого никто тогда не желал признать. Только ученики и последователи великого физика старались найти доказательства правильности его взглядов. Наиболее выдающимся из них был шотландец, профессор Кембриджского университета в Англии, Джемс Клерк Максвелл.

Выдающийся математик и физик Максвелл опубликовал в 1873 г. знаменитый «Трактат об электричестве и магнетизме», в котором впервые утверждал на основании математических расчетов, что вокруг текущего по проводнику электрического тока возникают электромагнитные волны, распространяющиеся со скоростью света. Он даже пошел в своих рассуждениях дальше: «Свет является лишь разновидностью электромагнитных волн», — заявил Максвелл. Для тогдашней науки это были революционные взгляды.

Ученый Генрих Герц вскоре дал экспериментальное подтверждение правильности взглядов Фарадея и математических выводов Максвела, которому так и не удалось увидеть электромагнитные волны.

Поставив перед собой задачу обнаружить эти волны, Герц сконструировал электрический вибратор, с помощью которого ему удалось получить электрическую искру, значительно более продолжительную и длинную, чем в лейденской банке. Прибор Герца представлял собой обычную индукционную катушку Румкорфа. На концах двух изогнутых проволок, приключенных к вторичной обмотке катушки, находились небольшие металлические шарики. Одновременно с прохождением прерывистого тока по первичной обмотке катушки, во вторичной обмотке возникал ток высокого напряжения, и на металлических шариках получалось напряжение в 150—120 тыс. вольт. Между шариками проскачивали электрические искры, и в пространство излучались электромагнитные волны. Чтобы обнаружить их, Герц поместил на небольшом расстоянии от вибратора проволоку, изогнутую в кольцо, с такими же двумя шариками на концах. Расстояние между шариками было очень небольшое. Это кольцо Герц называл резонатором. Когда в вибраторе возникала искра, еле заметную искру можно было обнаружить и в промежутке между шариками резонатора.

А. С. Попов использовал открытия своих великих предшественников. Его работы были логическим продолжением и развитием трудов целой плеяды ученых: Фарадея, Максвела, Герца, Бранли, Лолжа, Томсона. Здесь особенно уместны слова Маркса о том, что... «Общим трудом является всякий научный труд, всякое открытие, всякое изобретение. Он обуславливается частью косвенной современников, частью использованием работы предшественников»¹.

Работы ученых XIX столетия подготовили почву для дальнейшего развития физических наук, в частности учения об электричестве, и сделали возможным изобретение радио.

Решающее значение для возникновения радио имели работы Генриха Герца. Однако он даже не пытался применить открытые им электромагнитные волны для телеграфирования без проводов.

— Нельзя ли ваши лучи использовать для те-

¹ К. Маркс. «Капитал», т. III, изд. 8-е, стр. 94.

леграфирования без проводов? — спросили однажды Герца.

— Что вы, — удивленно воскликнул ученый. — Моя опыты представляют чисто научный интерес, и я не вижу практической их ценности.

Герц глубоко заблуждался. Он открыл новую область явлений, к которой принадлежит и радио. Но сам он этого не понял.

В 1893—1894 гг. английский физик Оливер Лодж проводил опыты с так называемым «когерером» — стеклянной трубкой, наполовину наполненной мелкими металлическими опилками и закрытой с обеих сторон латунными пробками. Иначе ее называют «трубкой Бранли». Обычно электрический ток не проходит через разрозненные опилки, но стоит лишь подвернуть трубку воздействию электромагнитных волн, как опилки сразу слипаются и трубка превращается в проводник электрического тока. Достаточно, однако, легко встряхнуть трубку, чтобы она снова потеряла свойство проводимости.

Своим прибором Лодж пользовался лишь для демонстрации открытия Герца. Действие когерера превзошло всякие ожидания. Если прежде для рассмотрения искорки, возникающей в резонаторе, надо было пользоваться сильными лупами, причем передающая и приемная установки находились на одном столе, то теперь резонатор отзывался на возникновение электромагнитных лучей с расстояния в несколько метров.

Дальше этого ученый, однако, не пошел. Он не задумался над увеличением дальности электромагнитных волн и практическим применением своих научных достижений. Находясь у самой грани изобретения радио, он не сделал решающего шага к практическому осуществлению идеи беспроволочного телеграфа. Уже много лет спустя, в 1925 г. Лодж на заседании Английского радиособщества с горечью признал, что в эту идею он тогда мало верил.

Русский физик Александр Попов начал совершенствовать аппаратуру, которой пользовались Герц и Лодж. Для демонстрации на своих лекциях опытов Герца А. С. Попов построил и испытал много вибраторов и резонаторов. В конце концов громоздкая аппаратура Герца была превращена им в компактную и удобную. Обратив внимание на ненадежность работы когерера, он стремился усовершенствовать его настолько, чтобы штабор стал пригодным для осуществления беспроволочного телеграфа. Кроме того, он первые применил приемную антенну, соединив с когерером вертикальный провод, поднятый высоко над землей.

Повторяя опыты Лоджа, Попов добился увеличения дальности действия прибора до 12 м. Но и это расстояние его не удовлетворяло. В 1895 г. он разработал прибор, принимавший электромагнитные колебания с большого расстояния. В этом приборе, названном грозоотметчиком, прием электромагнитных волн регистрировался ударом молоточка о чашечку звонка, причем когерер автоматически встряхивался и, в связи с этим, был готов к восприятию нового разряда. Хотя когерер и был значительно усовершенствован, но чувствительность аппарата особенно увеличилась после того, как Попов применил антенну.

А. С. Попов был не только ученым. Это был и человек практики, техник. Вот почему, чем больше вдумывался Александр Степанович в открытие Герца, тем увереннее склонялся к мысли, что электромагнитные волны могут стать средством связи.

— Человеческий организм, — говорил он, — не

имеет еще такого органа чувств, который замечал бы электромагнитные волны в эфире. Если бы изобрести такой прибор, который заменил бы нам электромагнитные чувства, то его можно было бы применять и в передаче сигналов на расстояние...

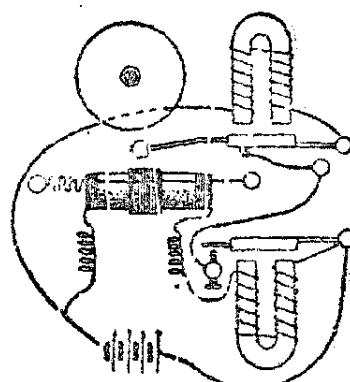


Схема грозоотметчика
А. С. Попова (1895 г.)

Попов сконструировал именно такой прибор, о котором мечтал.

Первую в мире радиопередачу А. С. Попов провел в марте 1896 г. В аудитории физического кабинета собралась весь цвет столичных ученых. Председатель Русского физико-химического общества проф. Ф. Ф. Петрушевский предоставил слово Александру Степановичу.

— Мой помощник Петр Николаевич Рыбкин, находящийся в здании химической лаборатории, — сказал Попов, — будет передавать сигналы, которые запишет стоящий перед вами аппарат Морзе.

Петрушевский с куском мела в руке подошел к черной классной доске. В левой руке его — бумага с ключом к алфавиту Морзе. Приемник на столике отстукивает на телеграфной ленте сигналы. Возбуждение присутствующих растет с каждой новой буквой, записанной председателем Общества на доске. Когда, наконец, на ней появляются два слова: Генрих Герц — первые в мире слова, переданные по радио, — Попову устраивают овацию.

В начале 1897 г. Александр Степанович производит опыты по радиосвязи на Кронштадтском рейде, достигая передачи на расстояние в 640 м.

Летом 1899 г. Рыбкин и капитан Троицкий обнаружили возможность приема непосредственно в телефон, на слух, и, применяя антennы, поднятые змеями, связывают между собой форт «Константин» и селение Лебяжье. Расстояние, перекрытое в этой телефонной радиосвязи, было около 45 км. Достижение такой большой дальности было в то время рекордным.

Морское ведомство мало интересовалось изобретением Попова. Но вот в декабре 1899 г. у острова Гогланд сел на камни броненосец «Генерал-адмирал Апраксин». Затертым льдами, он был отрезан от обоих берегов Финского залива. Единственным средством для установления сообщения оставался беспроволочный телеграф. В Морском министерстве вспомнили о штатском преподавателе из Кронштадта и решили предложить ему организовать связь с помощью его изобретения.

На финляндском берегу в г. Котка и на Гогланде были установлены радиостанции, которые с 10 февраля 1900 г. при помощи телефонного приемника стали обмениваться радиограммами, перекрывая расстояние в 52 км.

Одна из первых телеграмм, полученных из Пе-

тербурга и переданных затем по радио из г. Котка на Гогланд, была такого содержания: «Командиру «Ермака». Около Лавенсари оторвало льдину с рыбаками. Скажите помочь».

Первая радиограмма — призыв о помощи. Раскальвая огромную толщу льда, «Ермак» ушел в море и снял 27 человек с унесенной в море льдиной.

Так была установлена и работала первая в России практическая радиостанция. Она была закрыта лишь в апреле 1900 г., когда броненосец был снят с камней.

Четкая работа радиостанций Гогланд — Котка на деле подтвердила огромное значение радиотелеграфа и, в частности, возможность широко использовать его для флота. За границей тогда еще не знали подобной радиосвязи на значительное расстояние, к тому же в тяжелых условиях русской зимы.

Если в России о радио стали серьезно говорить только после гогландской экспедиции, то за границей газеты давно уже писали об «изобретении» Маркони и об его опытах использования радиосвязи.

Гульельмо Маркони родился в 1874 г. в семье богатого итальянского помещика. Опытами с электромагнитными волнами он стал интересоваться под влиянием лекций Риги, которые слушал в Болонском университете в 1895 г. Профессор Риги помог ему сконструировать приемник и дал немало ценных указаний. Вот с этим, что существу чужим, прибором и начал работу в области радио молодой итальянец. И как только обнаружились первые обнадеживающие результаты, он немедленно начал действовать. По совету матери, англичанки по происхождению, Маркони тщательно запаковал свои приборы в ящики и весной 1896 г. отправился в Лондон.

Экспериментатор оказался крайне практичным человеком. 2 июня 1896 г. он взял патент на свое «изобретение», сущность которого тщательно скрывалась. В патентной заявке скромно указывалось: «Патент № 12.039 Г. Маркони. Лондон. Способ передачи электрических импульсов и сигналов и аппарат для этого». Только через год, в июне 1897 г., завеса таинственности с опытов Маркони была, наконец, снята. Главный инженер Британского почтово-телеграфного союза Вильям Прис, с которым Маркони находился в тесной связи, сделал публичный доклад об устройстве приборов и первые дал их схему.

Доклад Приса вместе со схемой был опубликован в июньском номере журнала «Электришн». Экземпляр этого журнала попал в Кронштадт к Попову и Рыбкину. Здесь, в стенах Минной школы, скромные труженики беспроводного телеграфа убедились, что нашумевшие пломбирсванные ящики, в которых Маркони привез в Англию «новый план», содержали вибратор Риги, котерер Бранли и приемную схему А. С. Попова. Именно об этой схеме первого в мире радиоприемника (грозостметчика) доложил Попов еще 7 мая 1895 г. в своем публичном докладе на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге. Содержание доклада Александр Степанович опубликовал в начале 1896 г. в журнале того же общества. Статья называлась: «Прибор для обнаружения и регистрации электрических колебаний». В то время не только нигде не появлялись технических или каких-либо иных сообщений о приборах Маркони, но вообще мало кому было известно даже имя этого человека.

Вот почему, изучив опубликованный в английской печати материал об опытах Маркони, Попов выступил 19 октября 1897 г. в Электротехниче-

ском институте с докладом «О телеграфировании без проводов». С обычной осторожностью русский ученый ограничился следующими замечаниями:

«Прис делал доклад в английском Электротехническом обществе, показывая те самые приборы, которые, как потом оказалось, мы демонстрировали здесь, но источник волн был поставлен в деревянный ящик. На электрическую волну, выходящую из этого ящика, отвечал звонок в другом, также закрытом, ящике».

Далее Попов отмечал:

«Специальные журналы, делавшие догадки об опытах Маркони, введенные, быть может, в заблуждение, заявляли, что приборы Маркони представляют новый, открытый им способ телеграфирования, высказывали сомнения в возможности пользования чувствительной трубкой с опилками для значительных расстояний. Но я был убежден, что в закрытых ящиках Маркони был помещен прибор, аналогичный с моим, и потому с марта месяца этого года я начал подготовлять приборы для опытов передачи сигналов на большие расстояния».

Генрих Герц сконструировал в свое время достаточно мощный излучатель электромагнитных волн. Несколько позже него вибратор улучшил профессор Риги. Однако слабым местом приборов Герца и всех его последователей продолжало оставаться приемное устройство. Отсутствие чувствительного приемника, собственно, и не позволяло ученым мечтать о практическом использовании электромагнитных волн.

Это отлично понимал и А. С. Попов. Свое главное внимание он обратил как раз на приемную часть приборов. Правда, им был разработан совершенно оригинальный передатчик, даже отдаленно ничем не напоминающий вибратор Герца и Риги, но спубликовал он схему не передатчика, а приемника, так как именно в приемном устройстве и заключалось все дело.

В своем докладе, сделанном в июне 1897 г., Прис признал, что передатчик Маркони «есть оформленный профессором Риги вибратор Герца». Это же подтверждает и учитель Маркони, сам Риги, который в книге «Беспроводочный телеграф» прямо пишет: «...Беглый взгляд на вибратор Маркони, фигурирующий в его первоначальном английском патенте от 2 июня 1896 г., показывает его полную идентичность с известным моим вибратором...» Итак, кажется ясно: одну часть своего прибора — передатчик — Маркони присвоил себе от Риги. Ну, а приемник? Как обстоит дело с приемником Маркони?

Известный специалист и историк в области радио Неспер утверждает, что «Маркони составил план создания беспроводочного телеграфа при помощи разрядника Риги и приемного устройства Попова». Другой авторитет в области радиотехники, англичанин Блейк, в книге «История радиотелеграфии и телефонии», приводя рядом первоначальные схемы приемников Попова и Маркони, подчеркивает, что последний заимствовал приемную схему у русского изобретателя.

Трудно иначе объяснить удивительное совпадение обеих схем. Маркони, вне всякого сомнения, во всех деталях знал о сущности работ Попова и об его знаменитой приемной схеме. Откуда же это могло быть ему известно?

Во-первых, от профессора Риги. Маркони обучался у него в Болонском университете, где среди многих иностранных изданий регулярно получали и «Журнал Русского физико-химического общества», в одном из номеров которого было опубликовано подробное описание и схема грозо-



Уголок с приборами А. С. Попова

отметчика Попова. Эту схему Риги знал, что подтвердил в своей книге еще в 1902 г. Несомненно он познакомил с ней и своего ученика.

Мог и другим путем Маркони узнать о работах русского ученого. Среди кронштадтских морских офицеров было распространено убеждение, что схему приемника Попова молодой итальянец получил впервые от русских моряков, нередко посещавших Италию.

Дело в том, что среди моряков широко было распространено в те годы увлечение спиритизмом — мистическим «учением» о существующей якобы связи человека с «потусторонним миром». Русские офицеры-дворяне, члены спиритических кружков, как рассказывает П. Н. Рыбкин, весьма интересовались опытами Попова, в которых их прельщала известная таинственность. Поэтому они не раз обращались к Александру Степановичу с просьбой принять участие со своими приборами в их сеансах. Попов категорически отказывался от таких предложений. Однако это не исключает все же возможности, что моряки, будучи осведомленными о работах преподавателя Минных классов, располагали и схемой его приборов. Простой и доверчивый Попов не делал секрета из проводимых им работ, особенно для моряков. Они-то и могли, посещая порты Италии, рассказать о приборах Попова своим итальянским друзьям — спиритам, с которыми Маркони поддерживал довольно тесную связь. Спиритизмом в Италии увлекались не меньше, чем в России, и при встречах с русскими итальянские моряки охотно проводили совместные опыты.

Как бы там ни было, факты говорят о том, что к приезду в Англию Маркони хорошо уже был осведомлен о работах русского физика и в запломбированных ящиках вместе с вибратором Риги имел и схему приемника Попова.

Не случайно поэтому крупнейший историк радиотехники Рименшнейдер в книге «Беспроводочный телеграф и телефон» пишет: «Маркони знал не только вибратор Риги, но и работы с атмосферным электричеством профессора Попова

в Кронштадте, при которых когерер нашел целесообразное применение».

В истории изобретений бывают, конечно, совпадения. Однако в данном случае невозможно говорить о каком-либо совпадении, поскольку идентичные схемы Попова и Маркони, позволившие осуществить прием радиосигналов, были опубликованы не одновременно, а с интервалом в полтора года.

Американский журнал «Радио Ньюс» в мае 1925 г. поместил статью «История радиоизобретений». Под датой «1895 год» в этой истории мы читаем: «Профессор Попов (Россия) употреблял когерер в последовательном соединении с прямолинейным проводом антенны и заземлением, параллельно с когерером — регистрирующий прибор, снабженный автоматическим ударником...» Работы же Маркони значатся следующим, 1896 г.

Даже фирма «Маркони» признала однажды приоритет русского изобретателя. В 1922 г. «Ежегодник беспроводочной телеграфии и телефонии» — официальный орган самого Маркони — привел на своих страницах такую историческую справку:

«...В апреле 1895 года проф. Попов описал устройство, состоящее из когерера и ударника для отметки молний, и предположил возможность его применения для передачи сигналов на большие расстояния. В июле он установил такой прибор в Петербургской метеорологической обсерватории и достиг с помощью вибратора Герца дальности передачи в 5 километров».

«1896 год. 2 февраля сенатор Маркони прибыл в Англию, а 2 июня предъявил претензию на получение первого британского патента беспроводочной телеграфии за № 12.039...»

Но дело не только в «родословной записи» радио, а в изучении живого, естественного роста этой отрасли современной техники. То, что Маркони позже Попова выступил на научно-техническом поприще вообще и со своим «изобретением» в частности, — это мало ком теперь оспаривается. Первенство Попова признано же одними

нашими авторитетами в области радио; ряд иностранных специалистов в разных странах: Бранли и Пьерар (Франция), Лодж и Леджет (Англия), Риги (Италия), Слаби и Неслер (Германия) и сам Джон Флемминг, известный изобретатель электронной лампы, ближайший сотрудник Маркони, подтверждают приоритет Попова.

А. С. Попов заслуженно носит название изобретателя радио, так как именно он придумал и осуществил впервые такую схему приемника, при которой даже слабые сигналы давали необходимый эффект благодаря применению высоко поднятой антенны, воздействию слабых сигналов на магнитную цепь реле аппарата Морзе и, наконец, применению автоматического встряхивания когерера, без чего принимать сигналы азбуки Морзе на когерере не было возможности. Эта удачная комбинация высокой заземленной приемной антенны, принципа усиления и автоматического встряхивания чувствительности когерера, составляет сущность изобретения Попова.

Составьте две фигуры: Попова и Маркони. С одной стороны, преподаватель Минной офицерской школы, вполне зрелый ученый, но непрактичный человек, делает величайшее изобретение, скромно называя свои работы «востроизведением опытов Герца». Жизнь и деятельность А. С. Попова изысканно рассматривая иначе, как на фоне культурной отсталости, хозяйственной бедности и консерватизма старой России. Великий изобретатель собственноручно готовит для своих опытов когерер, собирает из старого хлама реле, наблюдает, из-за отсутствия приборов, «резонанс» по свечению антенных проводов на темном фоне ночи.

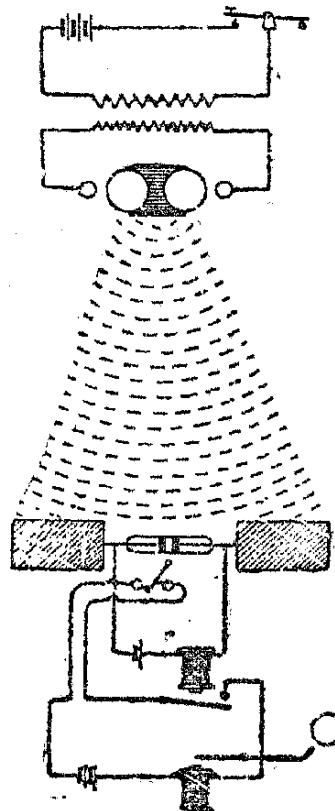


Схема станции Маркони

С другой стороны, молодой и предприимчивый капиталист, с первых же дней добившийся при поддержке влиятельных правительственные и финансовых кругов организации акционерного общества, которое уже в 1898 г. располагало капиталом в два миллиона золотых рублей.

Что общего между этими людьми?

В то время, как в Кронштадте маленькая кустарная «механическая и водолазная мастерская» лейтенанта Колбасьева начинает изготовление первых радиостанций Попова, фирма «Маркони» открывает уже свои филиалы в ряде стран. Многочисленные агенты фирмы всеми путями и средствами все больше и больше расширяют сферу своего влияния, вытесняют конкурентов, всячески рекламируют Маркони, как единственного изобретателя радио.

Русские буржуазные газеты также усердно помещали сообщения о работах Маркони. Особенно часто писала газета «Новое время». О Попове же старались замолчать, писали редко и очень мало. Лишь одна газета — большевистская «Правда» — выступила в защиту русского изобретателя и показала закулисные пружины рекламирования Маркони.

2 апреля 1914 г. в газете «Путь Правды», № 41 Владимир Ильич Ленин поместил статью «Капитализм и печать».

«Когда два вора дерутся, от этого всегда будет известная польза для честных людей, — писал Ленин. — Когда в конце перессорятся «деятели» буржуазного газетного дела, они раскрывают перед публикой продажность и проделки «больших» газет.

Нововременец Н. Снессарев поссорился с «Новым временем», проворовался и был удален со скандалом. Он опубликовал теперь «сочинение»...

...«Можно назвать, — рассказывает нововременец, — десятки разных концессий, обязанных своим прощедением в жизнь не только известным связям, но и известным статьям в известных газетах. «Новое время» понятно не исключение». Например, к г. Снессареву, — продолжает Владимир Ильич, — явился однажды представитель лондонской компании беспроволочного телеграфа Маркони и предложил составить устав русского общества Маркони и проект концессии в пользу этого общества. «Вознаграждение» за этот труд определялось в 10.000 рублей, и соглашение было заключено...»¹.

Не удивительно поэтому, что имя Маркони было широко известно в России, а своего соотечественника, истинного творца радио, старались забыть. Что явилось причиной этого, нам теперь известно. В. И. Ленин разоблачил продажность буржуазной печати и показал, почему она замалчивала работы великого русского изобретателя А. С. Попова.

В 1906 г. вышла книга профессора А. А. Петровского «Научные обоснования беспроволочной телеграфии». Попов упоминается в книге как изобретатель радио. Однако в России нашелся человек, который решил, что настало время окончательно похоронить память о русском изобретателе. Агент Маркони, некий Сокольцов, выступил с рецензией на книгу Петровского, в которой писал:

«...В последней главе автор излагает историю беспроволочной телеграфии и описывает некоторые системы телеграфа без проводов. Здесь он повторяет старую патристическую сказку о том, что беспроволочный телеграф изобретен А. С. Поповым...»

Статья этого «радиоиспециалиста» была напечатана в «Журнале Русского физико-химического общества». Профессор В. К. Лебединский в связи с этим вспоминает:

«...Я, будучи тогда редактором журнала, нарочно пропустил эту фразу, сделав лишь к слову

¹ В. И. Ленин. Соч., т. XVII, стр. 280.

«сказка» примечание, в котором отсылал к своей статье, повторяющей ту же сказку. Я полагал, что такое резкое выражение мнения, как я знал, разделявшееся многими, создаст инцидент, могущий послужить к выяснению истины».

И действительно, к чести тогдашних ученых кругов, провокация Сокольцова встретила резкий отпор. Физико-химическое общество избрало комиссию в составе академика Голицына и профессоров Егорова и Хвильсона, которым было поручено выяснить приоритет Попова в деле изобретения радио. Тщательно изучив материалы, комиссия вынесла постановление:

«А. С. Попов по справедливости должен быть признан изобретателем телеграфии без проводов помощью электрических волн».

В материалах комиссии накопилось много отзывов иностранных специалистов, подчеркивающих приоритет Попова в изобретении радио. Предоставим им слово.

Английский физик Леджетт говорит: «Маркони воспользовался тою формою антенны, какую изобрел Попов, и когерером Бранли».

«Господин Попов, — пишут французские ученые Блондель и Ферье, — подтвердил опыты профессора Лоджа, в частности добился автоматической декодеризации путем включения когерера последовательно с батареей и реле, которое воздействовало на цепь, управляющую молоточком. Позже г. Маркони применил вертикальную сеть Попова, усовершенствовал приборы для генерирования волн и т. д.»

Французский инженер и изобретатель Е. Дюкрет еще в 1901 г. писал русскому Морскому министерству: «Профессор Попов должен быть признан действительным изобретателем телеграфии без проводов и ценность его работ не может быть подвергнута сомнению».

Такой авторитетный ученый, как Фердинанд Браун — директор Страсбургского физического института, которому беспроволочная телеграфия бесспорно обязана своими быстрыми успехами, в сочинении «Беспроволочный телеграф посредством воды и воздуха» указывает, что приемные приборы в первых опытах Маркони, произведенных им после проф. Попова, по существу были тождественны с приборами Александра Степановича.

В книге пражского профессора Иосифа Риттер фон-Гейтель «Электрические колебания и волны» имя А. С. Попова мы встречаем как имя первого, работающего по беспроволочному телеграфу.

Один из первых работников по беспроволочному телеграфированию инженер Эйхорн в своем сочинении «Развитие беспроволочной телеграфии» подробно разбирает приоритет изобретения радио и признает его за Поповым. Он говорит, что «было бы ошибкой признать Маркони изобретателем беспроволочного телеграфа, как о том старалась нащупать печать. Правда, энергия и настойчивость Маркони двинули это дело, но личный его талант выразился лишь в том, что он, прослушав курс проф. Риги об опытах Герца, применил свои знания к готовому изобретению профессора Попова...»

Не менее интересны высказывания и русских ученых и радиоспециалистов.

Профессор В. В. Лермонтов, который вел в Петербургском университете в период обучения там Александра Степановича лабораторную практику,

писал в некрологе памяти Попова: «...У нас прививается только то, что приходит из-за границы, хотя бы оно и было изобретено в России, — вот почему имя Александра Степановича стало известно после работ Маркони, и он получил честь считаться не просто первым изобретателем телеграфа, а первым изобретателем телеграфа Маркони».

Орган русских связистов «Почтово-телеграфный журнал» еще в 1898 г. писал: «...То, что было сделано Маркони за границей, основано в главных чертах на тех же принципах, на которых были выработаны проекты и приборы А. С. Попова, а потому не представляется никаких оснований считать Маркони первым изобретателем беспроволочного телеграфа...»

Замечательный продолжатель дела Попова профессор В. К. Лебединский (1868—1937 гг.) в книжке «Беседы об электричестве» указывает: «Маркони с большой таинственностью показывал действие своего приемника в 1896 г. в Лондоне; его приемник оказывается поразительно схожим с прибором Попова. Ввиду этих фактов, большинство современных специалистов... признает за А. С. Поповым первенство изобретения радиотелеграфа».

Один из крупнейших советских ученых, академик М. В. Шулейкин прямо указывает: «Попов полностью продумал метод применения электрических колебаний для радиотелеграфирования.. Маркони же украл чужую идею и чужие конструкции...»

Другой наш известный радиоспециалист «генерал-майор войск связи» проф. И. Г. Кляцкин говорит: «...Передача электрической энергии интересовала Эдисона, Тесла, но только Александру Степановичу Попову удалось впервые сделать аппарат, который дал возможность осуществить передачу телеграфных знаков на расстояние без проводов».

В 1936 г. в Нью-Йорке вышла книга Гарлоу, посвященная истории телеграфа, телефона и радио. Автор ее пишет: «Маркони фактически не изобрел ничего. Он просто использовал идеи, заимствованные у людей, которые раньше его работали в этой области».

Маркони — истинный сын капиталистического общества. Он действовал не научными докладами, а рекламой и газетной шумихой, не пропуская ни одного случая, чтобы не привлечь на свою сторону общественного мнения.

В 1937 г. Маркони умер. Ему было 63 года. На протяжении всей своей жизни он был окружен почетом.

Совсем иначе сложилась жизнь русского ученого Александра Степановича Попова. Сделав мировое открытие, великий изобретатель должен был напрягать свои творческие силы и свою энергию только на то, чтобы пробиться через многочисленные препятствия и довести свои смелые начинания до конца. Только огромный энтузиазм Попова, его настойчивость и самоотверженность, непоколебимая вера в будущность своего изобретения позволили ему осуществить телеграфирование без проводов.

Но на вопрос — «Попов или Маркони» — история определенно отвечает: радиотелеграф изобретен русским ученым Александром Степановичем Поповым. Он — истинный творец радио.

Сва урожая картофеля в год

Б. БРОВКИНА

Быведение картофеля в культуру — очень важное событие в истории сельского хозяйства. Картофель дает урожай в 5–6 раз больше, чем зерновые культуры, а применение его в быту чрезвычайно разнообразно. Картофель идет в пищу человека и на корм домашним животным, продукты его переработки используются пищевой, кондитерской, текстильной, химической, парфюмерной и другими отраслями промышленности. Путем химической переработки из него приготовляют муку, крахмал, патоку, декстрин, ацетон, глицерин, глюкозу, спирт, синтетический каучук.

В питании человека картофель имеет большое значение не только как существенное дополнение к хлебу, но и как противоядие для различных средств. В качестве кормового продукта для домашних животных он стоит выше свеклы в 1,5 раза, увеличивая удойность коров и повышая упитанность свиней. Как техническая культура картофель приобрел особенно большое значение во время войны (спирт и синтетический каучук).

Вот почему посевные площади под картофелем ежегодно увеличиваются и на эту культуру обращено весьма серьезное внимание. Многие ученыe нашей страны работают над проблемой получения высоких урожаев картофеля, над созданием лучших сортов, отвечающих тем или иным запросам народного хозяйства (столовые сорта, кормовые, технические), выведением сортов, не подвергающихся заболеваниям (фитофтороустойчивых, ракоустойчивых) и т. д.

С каждым годом повышается и совершенствуется агротехника картофеля, в связи с чем увеличиваются его урожаи; у отдельных стахановцев сельского хозяйства они доходят до 1000 центнеров на один гектар.

Картофель можно разводить везде, где безморозный период весны и лета продолжается не меньше 3 месяцев. Теплая и влажная погода наиболее благоприятна для развития клубней. Урожай картофеля получается на всякой хорошо обработанной и удобренной почве, но наилучшими считаются легкие, супесчаные почвы, если только они не очень сухи. На глинистых и очень сырьих почвах клубни становятся водяни-

стыми и легко подвергаются различным заболеваниям. На очень сухой почве урожай картофеля уменьшается.

На индивидуальных огородах очень важно получить не только большой урожай картофеля, но и снять его возможно раньше, чтобы воспользоваться им и летом. Весьма интересную работу в этом направлении ведет в течение ряда лет в подмосковном совхозе Суханово агроном А. Г. Анашин. Применяя ряд агротехнических приемов, он получает с одного участка по два урожая в год, причем первый урожай используется летом, а второй оставляется для хранения на зиму.

Работа с картофелем начинается ранней весной. В начале марта лучшие посадочные клубни отбираются и яровизируются на свету. При выборе посадочного материала руководствуются следующими правилами: 1) клубни должны быть по возможности типичными и строго соответствовать тому или другому сорту; 2) отобранные клубни должны быть безусловно здоровыми; 3) для посадки лучше брать клубни удлиненной формы, они дают большие урожаи.

Яровизация клубней значительно повышает урожай. Отобранные клубни рассыпают тонким слоем (в 2–3 ряда) в теплом и светлом помещении, так чтобы верхушки картофеля, т. е. та часть его, на которой больше глазков, приходилась кверху. Чтобы не занимать много места, картофель можно прорашивать в решетчатых ящиках, помещая их один на другой в виде этажерки или стеллажей. На свету из глазков начинают развиваться крепкие побеги. 10–15 апреля клубни с хорошими плотными ростками высаживают в холодные (без навоза) парники. Здесь в течение месяца из каждого клубня вырастает кустик высотой в 20–25 см. 10–15 мая кусты из парника высаживают на хорошо обработанное и удобренное поле.

Поле под картофель подготавливают с осени. Лучшее удобрение — перепревший хлевный навоз (30–50 тонн на гектар), который с осени вывозят на поле и запахивают. Осенняя вспашка имеет большое значение. Глубоко вспаханная и оставленная в глыбах земля хорошо зимой разлагается, а навоз успевает к весне достаточно разложиться. Если же навоз вносят весной, то на поле усиленно развивается болезнь, урожай клубней

уменьшается и картофель чаще заболевает грибными болезнями. Перед весенней вспашкой под картофель вносят до 10 центнеров золы и 10–20 центнеров торфо-комposta на гектар. Такое количество удобрений может обеспечить высокий урожай.

Перенеся кустики в грунт, их сажают на несколько сантиметров глубже, чем они были в парниках. Через две недели проводят рыхление, а затем одновременно окучивание и полку.

Чтение картофеля начинается в пасмурных числах июня (7–10), а в конце июня уже можно снимать первый урожай. Так, летом 1943 г. сбор первого сверхраннего урожая картофеля начался 18–20 июня, причем с каждого куста сняли по 7–8 клубней; вес некоторых из них доходил до 200 г. В среднем же урожай получился по $\frac{1}{2}$ кг на куст.

Прикопка сверхраннего картофеля было обнаружено, что ботва растений еще совсем свежая и жизнеспособная; кроме того, на растениях много столонов (подземных стеблей) с мелкими зародышами клубней. Это обстоятельство и натолкнуло на мысль – снова посадить растение в землю и получить от него второй урожай. С этой целью кусты картофеля выкалывали целиком, очень осторожно, сбрыгивали все крупные клубни, а куст тут же сажали или на старое место или же на соседний, заранее приготовленный участок.

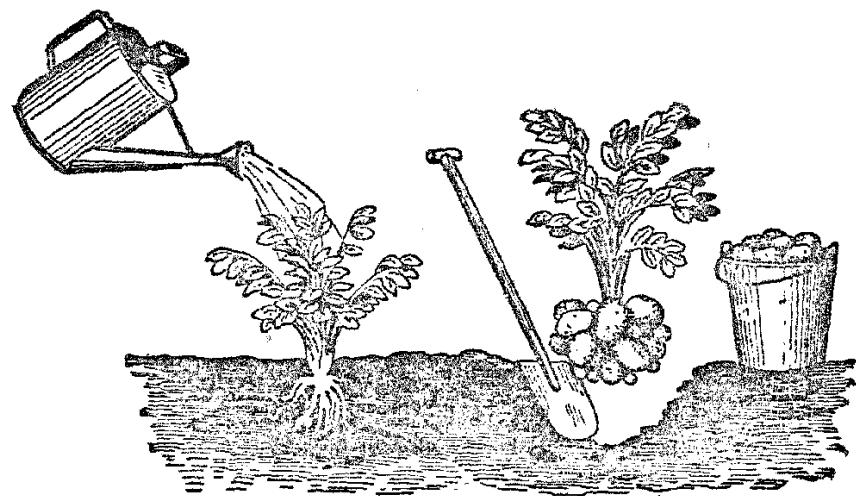
Для лучшей приживаемости куста в подготовленную для посадки ямку вливали до 1 литра воды. Расправив кирки и столоны, куст сажали в ямку, но глубже, чем он сидел до выкопки, так чтобы нижняя часть стеблей была до листьев закрыта землей.

Дальнейший уход за пересаженным картофелем состоял в поливе, если погода была сухая и ботва начиналаянуть, а также в рыхлении и окучивании. В сентябре или начале октября – обычное для уборки картофеля время – с кустов снимали второй урожай в 100–190 центнеров картофеля с гектара, в зависимости от сорта и состояния посадок.

В 1942 г. на опытном участке совхоза Суханово урожай сверхраннего картофеля равнялся 140 центнерам с гектара, а второй урожай с этого же участка – 190 центнерам. В 1943 г. от двух урожаев получили 372 центнера с гектара. Обычные же посадки картофеля в этом хозяйстве дали всего по 150 центнеров.

Выше мы уже сказали, что при подготовке посадочного картофеля отбираются клубни определенного сорта. Сортов картофеля насчитывается до 2 тыс. Их разделяют на ранние, средние и поздние (по продолжительности вегетационного периода), различают по форме и окраске клубней, по их хозяйственной пригодности (столовые, корковые, технические). Но есть очень много сортов, которые одинаково пригодны и для пищи, и для получения крахмала, и для винокурения. Такие сорта называются хозяйственными.

При перенесении семенного картофеля из одной местности в другую картофель часто меняет свои свойства. Так, например, хороший по вкусу



Вторая посадка куста и вторичный урожай картофеля

рассыпчатый картофель, выращенный на глинистой почве, на высоком месте, при перенесении его в ту же почву, но в низкое место, может стать водянистым и новкусным; выросший на песчаной почве картофель, богатый крахмалом, мучнистый и приятный на вкус, может превратиться в водянистый, с неприятным мыльным вкусом, если перенести его на глинистую почву. Поэтому, чтобы получить хороший урожай, и по количеству и по качеству, при посадке картофеля надо выбрать такие сорта, которые соответствуют климатическим и почвенным условиям данной местности. Так, в центральной зоне нашего Союза лучшими сортами из разных считаются: Ранняя роза, Эйрон; из средних и поздних: Лорх, Эпикур, Кореневский (недавно выведенный Картофельным научно-исследовательским институтом в Кореневе) и другие.

Агроном Анашин для получения двух урожаев картофеля пользовался двумя сортами – Лорх и Эпикур, причем лучшие результаты за три года опытной работы были получены от посадки Лорха.

В 1943 г. (неблагоприятном для картофеля, так как лето было холодное и дождливое) первый урожай сорта Лорх составил 80–100 центнеров на гектар, второй 250–290 центнеров. Сорт Эпикур дал соответственно 40–60 и 200–220 центнеров. Вес некоторых клубней сорта Лорх достигал 250–300 г.

Возможно ли получить два урожая картофеля в год без предварительного прорацивания клубней в парниках? Судя по опыту совхоза Суханово за последний год, вопрос этот разрешен положительно. На некоторых участках с обычной посадкой картофеля был собран первый ранний урожай, давший по 40–50 центнеров с гектара. Затем те же кусты посадили снова с соблюдением вышеуказанных агротехнических приемов (полив, окучивание). Кусты дали второй урожай по 60–100 центнеров на гектар.

Очевидно, этот новый прием агронома А. Г. Анашина может быть применен не только в больших хозяйствах, но и на индивидуальных участках огородников. Он дает возможность получить картофель и для летнего использования его в пищу и для заготовки запасов на зиму.

Календарь огородника-садовода

В. Б.

Б мае на огороде необходимо уделять особое внимание двум основным культурам — капусте и картофелю. Капуста высаживается в грунт рассадой. К этому времени рассаду надо уже подготовить в парниках или на пасовых грядках — рассадниках. По времени созревания капуста разделяется на раннюю, среднюю и позднюю. Если ее предназначают для употребления в пищу летом, то надо брать ранние сорта, дающие урожай в июле-августе; если же хотят заготовить впрок — на зиму, то следует сажать средние и поздние сорта, которые в сентябре-октябре уже будут готовы к уборке.

Рассаду перед посадкой надо внимательно осмотреть и сажать только здоровую. Чаще всего она заболевает двумя болезнями — черной ножкой и килой. Черная ножка — это покернение ствола рассады, которое распространяется снизу от корневой шейки. Кила представляет болезненные вздутия на корнях; быстро разрастаясь, они губят растение. Больную рассаду необходимо уничтожить.

Здоровую рассаду сажают в лунки, заранее намеченные колом в шахматном порядке на расстояниями 60—80 см друг от друга. В лунку подсыпают перегной и, если посадка делается в сухую погоду, — подливают из лейки немного воды.

Высадку всякой рассады лучше всего делать в пасмурную погоду, после дождя, а при сухой погоде обязательно во второй половине дня, вечером, чтобы солнце не обжигало растений. Свободное между рассадой место надо засадить быстро созревающими культурами — редисом, салатом, шпинатом. Пока рассада разрастается, эти растения успеют дать урожай.

1—5 мая. В центральной зоне — начало высадки в грунт ранней капусты и раннего картофеля. Посев ранней репы, укропа на зелень, лука чеснушки для получения сеянцев.

В парниках начинается уборка салата, шпината, редиса и первые сборы парниковых огурцов.

По мере подсыхания почвы очищают от сухих листьев и сорняков земляничные грядки. Весь мусор складывают в кучи у края грядок и, в случае наступления заморозков, сжигая эти кучи, устраивают дымовые завесы для предохранения зацветающих ягодников от мороза.

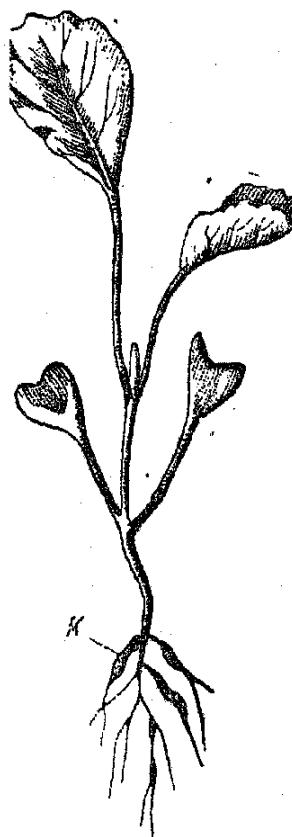
В южной зоне — полка моркови, петрушек, пастернака, рыхление ранних огурцов, томатов, репчатого лука, картофеля.

Полка на огороде должна проводиться особенно тщательно. Сорняки, развиваясь быстрее культурных растений, отнимают у них питание, свет и влагу. Вырывать их надо обязательно с корнем и не только на грядках, но и на межах и между рядьях, так как оставленные сорняки в течение лета обсеменяются и семена их, попадая на грядки, дают новое поколение сорняков. Чем тщательнее будет проведена первая полка, тем меньше придется работать при повторной. Все сорняки надо тут же убирать с огорода, сваливая их кучи и по возможности пересыпая известью.

Рыхление почвы необходимо для того, чтобы разбить корку верхнего слоя земли, образующуюся после дождей. Этим облегчается доступ воздуха к корешкам растений и лучше сохраняется в почве влага. Рыхление является в то же время одной из мер борьбы с сорняками. Его можно соединить с подкормкой растений. Проводить рыхление следует после дождя или после поливки.

5—15 мая. В северной зоне — посев моркови, петрушек, репы, посадка лука и высадка рассады ранней капусты (при неблагоприятной погоде может затянуться до 25 мая). Рыхление земляники. Внесение минеральных удобрений перед рыхлением.

Черная ножка
на капустной рассады



Начальная стадия
на капустной низы

7–10 мая. Посадка лука и чеснока. Высадка семянников двухлетних культур и рассады брюквы и кольраби (центральная зона). Первая полка свеклы (южная зона). Размножение ягодных кустов отводками (северная зона).

10 мая. Посев ранних огурцов. Первая полка моркови, петрушки, пастернака. Посадка огурцов в парниках, освободившихся из-под рассады капусты (центральная зона).

Грядки моркови, огурцов и лука, после появления всходов, можно мульчировать, т. е. положить между рядами растений мульчбумагу. Этим мы сохраняем влагу в почве и не даем разваться сорнякам и вредителям. Бумагу можно заменить слоем соломы, торфа, перегноя.

Посев огурцов в центральной и северной зонах лучше всего делать не на обычных грядках, а на гребнях — узких, высоких прядках; огурцы сажаются в один ряд в лунки на расстоянии 10–12 см друг от друга. Гряды направлять с востока на запад. Огурцы раннего посева употребляются в пищу в течение лета, позднего — идут на заготовку впрок. Лучшие семена для посева — трехлетние. Двухлетние и однолетние семена часто дают хорошо развитые растения, но с малым числом завязей. Чтобы улучшить плодоношение, такие семена перед посевом надо в течение 2–3 дней подсушить в теплом месте. Если сажают пророщенными семенами (наклонувшиеся), то грядки (или лунки на гребнях) следует хорошо поливать. В каждую лунку кладут 2–3 горсти хорошего перегноя. Сажать надо не по одному, а по 2–3 семечка, а затем, когда появятся всходы, оставить только по одному, самому сильному ростку. Остальные или выбросить, или, если есть свободная грядка, посадить рассадой на новом месте. Густой посев снижает урожай.

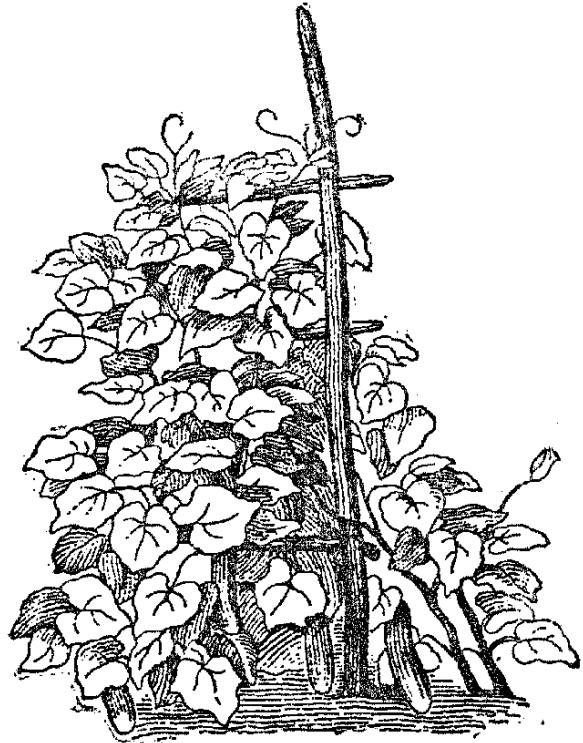
Плети огурца можно пустить не по земле, а по решетке, поставив сбоку гребня тычины и положив на них попречные дранки. Плоды при этом вырастают более ровными и не гниют во время дождей.

12–13 мая. Постановка тычин к гороху и фасоли (на юге). В центральной зоне высадка рассады сладкого лука, сельдерея, рыхление ранней

15–25 мая. Посев огурцов в парники или горшочки для высадки поздних огурцов рассадой. Посев в грунт свеклы, поздней моркови, репы, редьки, салата, шпината, бобов. Посадка картофеля, земляной груши, лука, чеснока, повторный посев сельдерея (северная зона).

До начала цветения закончить прополку и рыхление ягодников (центральная зона).

20 мая. На севере — высадка рассады средней капусты, рассаживание спаржи. Высадка семянников двухлетних растений. В центральной зоне посадка огурцов и фасоли (фасоль, как уплотни-



Решетка для огурцов

тель, можно сажать по огурцам). Окуничивание раннего картофеля. Высадка поздней капусты.

На юге полив и рыхление междурядий томатов, баклажан, перца. Высадка в грунт поздних помидор. Борьба с капустной совкой — обирание яиц руками, спрыскивание листьев капусты раствором помидорной ботвы¹, мыльным раствором, осыпка известью.

24–25 мая. Высадка в грунт кабачков, сельдерея, брюссельской, средней и поздней капусты, лука, поздних огурцов. Полка и рыхление моркови, петрушки, гороха (центральная зона).

На юге второе рыхление и подкормка ранней капусты. Подкормка ранних огурцов. Полив раствором птичьего помета или фекалий.

Подкормку капусты и других овощей следует проводить особенно в тех случаях, когда не удалось хорошо удобрить землю с осени или весной. В качестве подкормки можно использовать птичий помет, навоз, торф в смеси с фекалиями (1 часть торфа + 2 части фекалий), золу, а также минеральные удобрения.

Для капусты лучшей подкормкой служит полив раствором навозной жижки, птичьего помета или сернокислого аммония. Последнего надо брать из расчета 30–60 граммов (1–2 столовые ложки) на 1 м² земли. Птичий помет можно вносить и в сухом виде из расчета 100–150 граммов

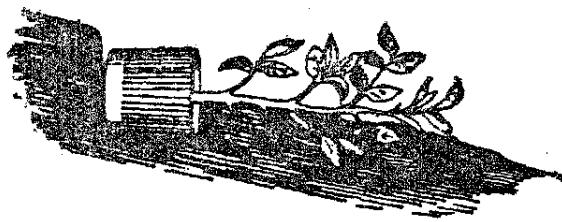
¹ Ботва помидоров содержит сильный яд — соланин, губительно действующий на вредителей.



Рыхлители

капусты, полка лука, посадка позднего картофеля. Очистка плодовых деревьев от сушки и прореживание крон — вырезка побегов, затеняющих другие побеги.

14 мая. На юге посадка табака, дынь, арбузов. Прореживание моркови, петрушки. Второе рыхление, окуничивание и подкормка картофеля. Борьба с земляной блохой посредством обсыпания посевов золой, табачной пылью и поливом раствором фекалий (на одно ведро воды — 1 литр раствора).



Высадка рассады по методу агронома Деркача

на метр. Его смешивают с землей и рассыпают вокруг растения.

Отмерив нужное количество удобрений, надо вечером в тихую погоду осторожно сделать бороздку вокруг каждого растения на расстоянии 10–12 см от корня и всыпать удобрение, тщательно перемешав его с землей. Чтобы получить высокий урожай огурцов, их подкармливают до 9 раз, через каждые 10 дней. 2 раза можно внести органические удобрения и 7 раз минеральные — суперфосфата по 150–200 граммов на 1 метр, селитры 30–35 граммов. При подкормке растений необходимо соблюдать точную дозировку удобрений. Излишнее перекармливание может скечь корни и снизить урожай.

27 мая — 5 июня. Высадка рассады томатов из парников в грунт. Освободившиеся парники занимают огурцами или дынями, выращенными в горшочках. Рассаду томатов часто высаживают в грунт уже с зацветающими кистями цветов. Из этих первых цветов редко образуются плоды, так как даже при тщательной пересадке рассада все же немножко болеет и у нее не хватает питания, чтобы образовать плоды. Поэтому при пересадке первые цветы и бутоны лучше обрезать.

При высадке рассады томатов в подготовленную ямку следует положить горсти две перегноя и горсть золы, перемешать их с землей и залить в ямку $\frac{1}{2}$ литра воды. Пересаженное растение, получив сразу запас пищи и влаги, быстрее приживается.

Можно вырастить томаты по способу агронома Деркача: рассаду сажают не прямо, а наклонно, и стебель пришипливают к земле рогулькой. Такие томаты не надо подвязывать к кольям. Расстелившись по земле, стебли пускают корни, доставляющие им добавочное питание; на стеблях может завязаться и вызреть значительно больше плодов, чем при обычной посадке. А для того чтобы плоды от соприкосновения с землей не болели и не гнили, под кисти плодов подкладывают черепки, фанеру или слой соломы. На юге томаты, посаженные агрономом Деркачем по такому методу, давали урожай свыше 13 килограммов с 1 м².

30 мая. До начала цветения земляники закончить прополку и рыхление ягодников (в северной зоне).

В мае уже начинается сбор рано созревающих культур. На индивидуальных огородах все созревшие овощи — салат, шпинат, редис, укроп, зеленый лук — убирают выборочно по мере подрастания или созревания. Если же этих ово-

щих уродилось много, а использовать их в свежем виде не представляется возможным, — следует организовать сушку шпината, укропа, зеленого лука, чтобы сохранить их впрок на зиму. Зелень надо осторожно, не пачкая, срезать, разложить на фанерных щитах или листах бумаги и сушить на воздухе в теплую солнечную погоду. Сушить надо не на солнце, а в тени, так как от солнца зелень теряет свой цвет. Высушенную зелень сложить в стеклянные банки или жестяные коробки, выложенные пергаментной бумагой, плотно закрыть и хранить в сухом месте.

В июне главная работа на огороде состоит в уходе за растениями. Полив, полка, рыхление и окучивание, подкормка растений и борьба с вредителями продолжаются весь месяц.

1–5 июня. Заканчивается высадка в грунт рассады томатов, баклажанов, перца, столовой кукурузы, сельдерея. Первая полка свеклы, прореживание моркови, петрушек (центральная зона).

Посев поздних огурцов (северная зона). Опрыскивание кустов смородины, крыжовника бордосской жидкостью (как средство борьбы против болезней ягодников — ржавчины, мучной росы). Подсыпка под кусты земляники опилок или сухого мха, чтобы ягоды не пачкались и не прели от соприкосновения с землей.

7–10 июня. На юге вторая полка репчатого лука, фасоли, дынь, арбузов.

В северной зоне высадка в грунт тыквы и лука поррея. Окучивание и подкормка капусты и картофеля (центральная зона). Борьба с капустной тлей — опрыскивание мыльным раствором.

13 июня. Полив навозной жижей и рыхление капусты, сельдерея, огурцов, томатов. Постановка тычин к гороху (северная и центральная зоны). Пасынкование, окучивание и первая подвязка к кольям томатов.

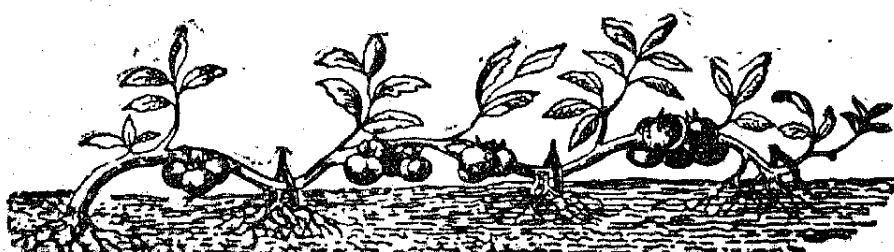
15 июня. Устройство подпорок для семянников капусты, свеклы. Внесение удобрений под семянники свеклы (зола с костяной мукой, суперфосфат).

Вторая полка томатов, перца, баклажанов (южная зона).

20 июня. Посев репы и редьки для зимнего употребления. Вторая полка фасоли, гороха, ранних огурцов. Рыхление поздней капусты.

25 июня. На юге уборка раннего картофеля. Прореживание свеклы, моркови и других культур. Второе окучивание картофеля (центральная и северная зоны). Сбор земляники. Размножение кустов усами, обрезка лишних усов.

В мае и июне, если дожди идут редко и растения нуждаются во влаге, огород необходимо поливать. При этом надо помнить, что лучше поливать реже, но так, чтобы вода проникала к корням растений. Поэтому, если воды мало или для поливки нехватает рабочих рук, лучше поливать ежедневно часть площади, чем слегка только увлажнить весь огород. Особенно нуждаются в поливе огурцы, редис, салат и капуста после высадки рассады в грунт. Своевременный полив огорода может увеличить урожай в 2–3 раза и улучшить качество овощей.



Помидоры, выращенные без подвязки, стоящими кустами

ПОПРАВКА

В № 3 журнала «Наука и Жизнь» за 1944 г.
на стр. 15 рисунок 2 отпечатан в перевернутом
виде.

