

Красной армии в течение последующих нескольких дней заняли всю территорию Западной Украины и Западной Белоруссии.

Трудящееся население Западной Украины и Западной Белоруссии с восторгом и ликованием встретило бойцов и командиров Рабоче-Крестьянской Красной армии.

Вот что рассказал один из командиров N-ского соединения, которое находилось на территории Западной Украины.

Трогательные сцены происходят на улицах населенных пунктов, куда входят части Красной армии. Толпы жителей окружают бойцов, пожимают руки. Многие просят красноармейцев подарить алые звездочки. Звездочки прикрепляются к груди, как дорогой подарок.

В селе Каменка красноармейцев окружили все жители села. Над толпой неожиданно поднялся старик-крестьянин, который взволнованно обратился к толпе:

— Смотрите все! С такими красноармейцами мы никогда больше не будем под ярмом панов!

Вслед проходящим частям неслись лозунги в честь Советского правительства, в честь товарища Сталина.

Далеко за село провожали бойцов жители, и долго вслед красноармейцам слышалось:

— Счастливого, счастливого вам пути!

Сотни вопросов задают жители красноармейцам о Советском Союзе. Женщины спрашивают:

— Неужели у вас дети учатся в школах на своем родном языке?

И, получая положительный ответ, они со слезами на глазах рассказывают, что им даже запрещалось петь украинские песни. Шевченковский «Кобзарь» был запрещенной книгой.

В одном из сел, через которое проходила красноармейская часть, на стихийно возникшем митинге выступил молодой крестьянин, который, глядя на красноармейцев и обращаясь к своим односельчанам, прерывающимся голосом говорил:

— Я хочу, я буду таким же, как и они. Я пойду вместе с ними, и никогда уже на нашей земле не будет панов и помещиков. Украина будет единой, счастливой и свободной!

— Такие сцены происходят в каждом селе, в каждом населенном пункте, — закончил свой рассказ командир соединения, — и мне, право, очень трудно найти слова, которые могли бы отразить чувства, переживаемые сейчас украинцами Западной Украины и каждым из нас.

Борьба с остатками польской армии, с озверелым польским офицерством и их наемниками полна волнующими эпизодами героизма и доблести бойцов и командиров Красной армии.

Вот некоторые из них.

В северо-восточной части Вильно поляки встретили танковую колонну Красной армии артиллерийским огнем. Завязался бой, продолжавшийся два часа.

Один из виленских мостов был заставлен грузовыми автомашинами. Это баррикады. Отсюда поляки открыли пулеметный огонь по наступающим частям. Затем они подожгли свои баррикады и бросили их. Лишь несколько пулеметчиков продолжали отстреливаться. Тогда командиры и красноармейцы выскочили из машин и, рискуя жизнью, под пулеметным огнем бросились к горящим машинам. Они начали стаскивать с места и бросать в речку объятые пламенем грузовики.

Польские пулеметчики бежали, бросив баррикады.

Часть, руководимая капитаном Лобачевым, с боем вошла в Львов. По пути она разоружила батальон поляков и захватила много оружия и боеприпасов. Однако, пользуясь каменными укреплениями и уличными баррикадами, офицеры ожесточенно обстреливали красных бойцов из пулеметов и винтовок.

В разгаре боя небольшая группа красноармейцев вместе с т. Лобачевым отделилась от подразделения и, увлеченная боем, свернула влево, не заметив, что остальная часть подразделения пошла вправо. Попав в узкую улицу, группа капитана Лобачева очутилась между двумя баррикадами поляков. Офицеры открыли ураганный огонь. Казалось, что из этой ловушки нет выхода. Но бойцы не растерялись. Они пробиты каменное укрепление забора и стали обороняться. В эту тяжелую минуту к группе, рискуя жизнью, подошла местная жительница и сообщила, что она знает, где находятся в городе красноармейские войска. Капитан Лобачев быстро написал записку и отдал ей. Она скрылась. Через час на помощь Лобачеву подошла красноармейская часть. Огневые точки противника были уничтожены, а часть польских офицеров захвачена в плен.

Таких эпизодов можно привести десятки, сотни. Перед упорством и мужеством наших бойцов враг не мог устоять. Повсеместно он был разбит наголову. Оставляя Красной армии многочисленные военные трофеи, сдаваясь тысячами и десятками тысяч, польские офицеры терпело поражение за поражением. Многие польские солдаты отказывались сражаться с Красной армией и добровольно шли в плен.

Теперь на территории Западной Украины и Западной Белоруссии военные действия окончились. Красная армия с честью выполнила свою великую освободительную задачу. Она избавила от панского ига миллионы трудящихся. Освобожденные народы Западной Украины и Западной Белоруссии, преисполненные благодарности армии-освободительнице, всему советскому народу и товарищу Сталину, начинают новую, счастливую жизнь.



Теория относительности Альберта Эйнштейна

ПРОФ. Л. ЛАНДАУ

Продолжение ¹

Замечательные свойства света

Быть может, вам приходилось наблюдать такое интересное явление.

Где-то вдали, в поле, на полотне железной дороги или на площадке строительства, бьет молот. Вы видите, как тяжело он падает на наковальню или на стальной рельс. Однако звука от удара совершенно не слышно. Кажется, что молот опустился на что-то очень мягкое. Но вот он снова поднимается. И в момент, когда он уже находится довольно высоко в воздухе, вы слышите отдаленный резкий стук.

Нетрудно понять, почему это происходит. При обычных условиях звук распространяется в воздухе со скоростью около 340 метров в секунду, поэтому удар молота мы слышим не в тот момент, когда он происходит, а лишь после того, как звук от него успевает дойти до нашего уха.

Вот другой, более разительный пример. Молния и гром происходят одновременно, но часто кажется, что молнии сверкают бесшумно, так как раскаты грома достигают нашего уха только через несколько секунд. Если мы слышим их с опозданием, например, в 10 секунд, то это значит, что молния удалена от нас на $340 \times 10 = 3400$ метров, или 3,4 километра.

В обоих случаях мы говорим о двух моментах: о том, когда какое-то событие произошло на самом деле, и о моменте, в который отзвук этого события достиг нашего уха. Но откуда мы знаем, когда именно событие произошло на самом деле?

Мы видим это: мы видим, как опускается молот, как сверкает молния. При этом мы предполагаем, что событие действительно происходит в тот самый момент, когда мы видим его. Но так ли это на самом деле?

Нет, не так. Ведь мы не воспри-

нимаем события непосредственно. В явлениях, которые мы наблюдаем с помощью зрения, участвует свет. А свет распространяется в пространстве не мгновенно: как и у звука, у лучей света уходит время на преодоление расстояния.

В пустоте свет распространяется со скоростью около 300 тыс. километров в секунду. Это значит: если на расстоянии в 300 тыс. километров от вас вспыхнул свет, вы можете заметить его вспышку не сразу, а лишь секунду спустя.

В одну секунду лучи света успели бы семь раз обогнуть земной шар по экватору. По сравнению с такой колоссальной скоростью земные расстояния кажутся незначительными, поэтому практически можно считать, что все происходящие на Земле явления мы видим в тот же момент, когда они происходят.

Невообразимо огромная скорость света может показаться удивительной. Гораздо удивительнее, однако, другое: то, что скорость света отличается поразительным постоянством. Посмотрим, в чем это постоянство заключается.

Известно, что движение тел можно искусственно замедлять и ускорять. Если, например, поставить на пути полета пули ящик с песком, то в ящике пуля потеряет часть своей скорости. Потерянная скорость не восстановится: выйдя из ящика, пуля полетит дальше уже не с прежней, а с уменьшенной скоростью.

Иначе ведут себя лучи света. В воздухе они распространяются медленнее, чем в пустоте, в воде — медленнее, чем в воздухе, а в стекле — еще медленнее. Однако, выйдя из любого вещества (конечно, прозрачного) в пустоту, свет продолжает распространяться со своей прежней скоростью — 300 тыс. километров в секунду. При этом скорость света не зависит от свойств его источника: она совершенно одинакова у лучей и Солнца, и прожектора, и свечи. Кроме того, безразлично, движется ли сам источник

света, или нет — на скорости света это никак не отражается.

Чтобы полностью уяснить себе смысл этого факта, сравним еще раз распространение света с движением обычных тел. Вообразите, что вы пускаете на улице из брандспойта струю воды со скоростью 5 метров в секунду. Это значит, что каждая частица воды проходит относительно улицы 5 метров в секунду. Но если поместить брандспойт на автомобиль, проходящий в направлении струи 10 метров в секунду, то скорость струи относительно улицы будет равна уже 15 метрам в секунду: частицам воды сообщается скорость не только брандспойтом, но и движущимся автомобилем, который увлекает брандспойт вместе со струей вперед.

Сравнивая источник света с брандспойтом, а его лучи — со струей воды, мы увидим существенное различие. Для лучей света безразлично, из какого источника они попали в пустоту и что происходило с ними до того, как они вошли в пустое пространство. Раз они находятся в нем, скорость их распространения равна одной и той же величине — 300 тыс. километров в секунду, независимо от того, движется ли источник света, или нет.

Посмотрим, как эти особенные свойства света согласуются с законом относительности движения, о котором шла речь в первой части статьи. Для этого попробуем решить задачу на сложение и вычитание скоростей, причем для простоты примем, что все воображаемые нами явления происходят в пустоте, где скорость света равна 300 тыс. километров.

Пусть на движущемся пароходе, в самой середине его, помещается источник света, а на каждом из концов парохода — по наблюдателю. Оба они измеряют скорость распространения света. Каковы будут результаты их работы?

Так как лучи распространяются во все стороны, а оба наблюдателя

¹ Начало см. в № 7—8 «Знание — сила».

движутся вместе с пароходом в одну сторону, то получится такая картина: наблюдатель, находящийся на заднем конце парохода, движется навстречу лучам, а передний все время удаляется от них.

Поэтому первый наблюдатель должен найти, что скорость света равна 300 тыс. километров плюс скорость парохода, а второй — 300 тыс. километров минус скорость парохода. И если мы вообразим на минуту, что пароход проходит в секунду чудовищное расстояние в 200 тыс. километров, то скорость света, найденная первым наблюдателем, будет 500 тыс. километров, а вторым — 100 тыс. километров в секунду. На неподвижном же пароходе оба наблюдателя получили бы один и тот же результат — 300 тыс. километров в секунду.

Таким образом, с точки зрения наблюдателей, на нашем движущемся пароходе свет как будто распространяется в одну сторону в $1\frac{1}{2}$ раза быстрее, а в другую — втрое медленнее, чем на покоемшемся. Произведя несложные арифметические действия, они смогут установить абсолютную скорость парохода.

Точно так же мы можем установить абсолютную скорость всякого другого движущегося тела: для этого достаточно поместить на него какой-либо источник света и измерить из разных точек тела скорость распространения световых лучей.

Иначе говоря, мы неожиданно оказались в состоянии определить скорость, а следовательно, и движение тела безотносительно от всех других тел. Но если есть абсолютная скорость, то существует и единый, абсолютный покой, а именно: всякая лаборатория, в которой наблюдатели, измеряя скорость света в любых направлениях, получают одну и ту же величину — 300 тыс. километров в секунду, и будет абсолютно покоящейся.

Нетрудно видеть, что все это решительно противоречит тем выводам, к которым мы пришли в пре-

дыдущем номере журнала. В самом деле: мы говорили о том, что на теле, движущемся прямолинейно и равномерно, все протекает так, как на неподвижном. Поэтому, будем ли мы, например, стрелять на пароходе по направлению его движения или против движения, скорость пули относительно парохода останется одной и той же и будет равна скорости на неподвижном пароходе. Вместе с тем мы убедились, что движение, скорость и покой — понятия относительные: абсолютных движения, скорости и покоя не существует. А теперь вдруг оказывается, что наблюдения над свойствами света опрокидывают все эти выводы и противоречат открытому Галилеем закону природы — закону относительности движения.

А ведь это один из ее основных законов: он господствует во всем мире; справедливость его подтверждалась на опыте несметное число раз, подтверждается повсеместно и ежеминутно до сих пор; если бы он перестал внезапно быть справедливым, невообразимая сумятица охватила бы вселенную. А вот свет не только не подчиняется ему, но даже опровергает его!

Опыт Майклсона

Что делать с этим противоречием? Прежде чем высказывать те или иные соображения по этому поводу, обратим внимание на следующее обстоятельство: то, что свойства света противоречат закону относительности движения, мы установили исключительно путем рассуждений. Правда, это были весьма убедительные рассуждения. Но, ограничиваясь одними рассуждениями, мы уподобились бы древним философам, которые пытались открыть законы природы не с помощью опыта и наблюдения, а только исходя из одних умозаключений. При этом неизбежно возникает опасность, что созданная таким образом картина мира при всех сво-

их достоинствах окажется весьма мало похожей на действительный мир, окружающий нас.

Верховным судьей всякой физической теории всегда является опыт, а поэтому, не ограничиваясь рассуждениями о том, как должен распространяться свет на движущемся теле, следует обратиться к опытам, которые покажут, как он в этих условиях распространяется на самом деле.

Следует, однако, иметь в виду, что постановка таких опытов затруднительна по очень простой причине: невозможно найти на практике такое тело, которое двигалось бы со скоростью, соизмеримой с колоссальной скоростью света. Ведь такого парохода, каким мы пользовались в нашем рассуждении, конечно, не существует и не может существовать.

Чтобы суметь определить незначительное изменение скорости света на доступных нам, сравнительно медленно движущихся телах, надо было создать измерительные приборы исключительно высокой точности. И только тогда, когда такие приборы удалось изготовить, можно было приступить к выяснению противоречия между свойствами света и законом относительности движения.

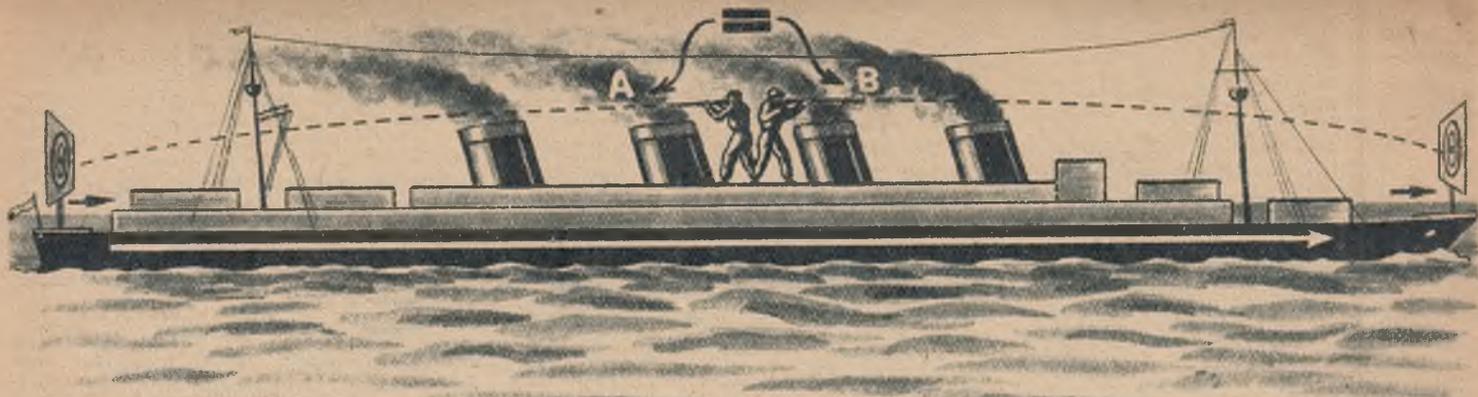
Такой опыт был предпринят в 1881 г. одним из величайших экспериментаторов новейшего времени, американским физиком Майклсоном.

В качестве движущегося тела Майклсон использовал... земной шар. Действительно, Земля — тело заведомо движущееся: она обращается вокруг Солнца, и притом с довольно «солидной» для наших условий скоростью — 30 километров в секунду. Поэтому, изучая распространение света на Земле, мы фактически изучаем распространение света в движущейся лаборатории.

Майклсон с весьма высокой точностью измерил скорость света на Земле в различных направлениях, т. е. он практически осуществил то,

Наблюдатель видит выстрел задолго до того, как он услышит его.





Если мы выстрелим на пароходе по направлению его движения и против движения, скорость пули относительно парохода будет одной и той же и равна скорости ее на неподвижном пароходе.

что мы мысленно проделали с вами на воображаемом движущемся пароходе. Чтобы уловить ничтожную разницу в 30 километров по сравнению с огромным числом в 300 тыс. километров, Майклсону пришлось применить очень сложную экспериментальную технику и проявить всю свою огромную изобретательность. Точность опыта была так велика, что Майклсон имел бы возможность обнаружить и гораздо меньшую разницу в скоростях, чем ту, которую он хотел обнаружить.

Из огня да в полымя

Результат опыта был как будто заранее очевиден. Зная свойства света, можно было предвидеть, что скорость света, измеренная в различных направлениях, окажется различной. Но, быть может, вы думаете, что результат опыта в действительности оказался таким?

Ничего подобного! Эксперимент Майклсона дал совершенно неожиданные результаты. В течение ряда лет его много раз повторяли в самых различных условиях, но он неизменно приводил к одному и тому же поразительному выводу.

На заведомо движущейся Земле скорость света, измеренная в любых направлениях, оказывается совершенно одинаковой.

Значит, свет не представляет никакого исключения. Он подчиняется тому же закону, что пуля на движущемся пароходе, — закону относительности Галилея. Обнаружить

«абсолютное» движение Земли так и не удалось. Его не существует, как это и должно быть согласно закону относительности.

Неприятное противоречие, с которым наука столкнулась, было разрешено. Но зато возникли новые противоречия! Физики попали из огня да в полымя.

Чтобы уяснить себе новые противоречия, к которым привел опыт Майклсона, посмотрим наши исследования по порядку.

Сначала мы установили, что абсолютного движения и покоя не существует; об этом говорит закон относительности Галилея. Затем выяснилось, что особые свойства света противоречат закону относительности. Отсюда вытекало, что абсолютное движение и покой все же существуют. Чтобы проверить это, Майклсон произвел эксперимент. Эксперимент показал обратное: никакого противоречия нет — и свет подчиняется закону относительности. Следовательно, абсолютного движения и покоя опять не существует. С другой стороны, выводы из опыта Майклсона, очевидно, применимы для любого движущегося тела, а не только для Земли; стало быть, скорость света одинакова во всех лабораториях, независимо от их собственного движения, и, значит, скорость света — величина все-таки не относительная, а абсолютная.

Получился заколдованный круг. Величайшие физики всего мира годы ломали себе над ним голову. Предлагались различные теории, вплоть

до самых невероятных и фантастических. Но ничто не помогало: каждое новое предположение сразу же вызывало новые противоречия. Ученый мир стоял перед одной из величайших загадок.

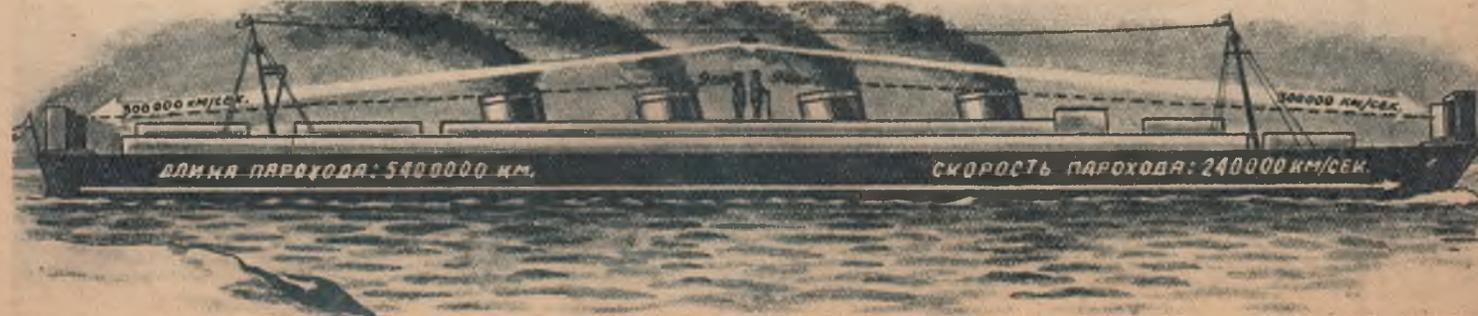
Самое загадочное и странное во всем этом было то, что наука здесь имела дело с совершенно ясными, твердо установленными фактами: с законом относительности, известными свойствами света и опытом Майклсона. А приводили они, казалось бы, к совершенной нелепости.

Противоречие истин... Но истины не могут противоречить друг другу, так как истина может быть только одна. Следовательно, в нашем понимании фактов должна быть ошибка. Но где? В чем она заключается?

В течение целых 24 лет — с 1881 г. до 1905 г. — не находили ответа на эти вопросы. Но в 1905 г. величайший физик современности Альберт Эйнштейн дал загадке гениальное объяснение. Явившееся с совершенно неожиданной стороны, оно произвело на физиков впечатление разорвавшейся бомбы.

Объяснение Эйнштейна настолько не похоже на все понятия, к которым человечество привыкло в течение тысячелетий, что оно звучит исключительно невероятно. Однако, несмотря на это, оно оказалось несомненно правильным: вот уже 34 года, как лабораторные опыты и наблюдения над различными физическими явлениями в мире все более и более подтверждают его справедливость.

Наблюдатели, находящиеся на движущемся пароходе, увидят, что обе двери — на корме и на носу — откроются одновременно через 9 секунд после сигнала. Такой вывод должен быть сделан из опыта Майклсона.





Пуля, миновав препятствие, потеряет свою прежнюю скорость, а свет будет распространяться опять со своей нормальной скоростью — 300 тыс. километров в секунду.

Когда открываются двери

Чтобы понять объяснение Эйнштейна, необходимо познакомиться сначала с одним следствием из опыта Майклсона. Рассмотрим его сразу же на примере. Воспользуемся для этого еще раз фантастическим пароходом.

Вообразим паруход длиной в 5400 тыс. километров. Пусть он движется прямолинейно и равномерно с баснословной скоростью в 240 тыс. километров в секунду. В какой-то момент в середине парухода зажигается лампочка. На носу и на корме парухода имеются двери. Устроены они так, что в момент, когда на них падает свет от лампочки, они автоматически открываются. Вот лампочка зажглась. Когда же именно откроются двери?

Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним результаты опыта Майклсона. Опыт Майклсона показал, что относительно наблюдателей на движущейся Земле свет распространяется по всем направлениям с одинаковой скоростью в 300 тыс. километров в секунду. То же самое, естественно, произойдет и на движущемся паруходе. Но расстояние от лампочки до каждого из концов парухода равно 2700 000 километров, а $2700\ 000 : 300\ 000 = 9$. Значит, до каждой двери свет от лампочки дойдет через 9 секунд. Таким образом, обе двери откроются одновременно.

Так представится дело наблюдателю на паруходе. А что увидят люди на пристани, мимо которой движется паруход?

Так как скорость света не зависит от движения источника света,

то и относительно пристани она равна тем же 300 тыс. километров в секунду, несмотря на то что источник света находится на движущемся паруходе. Но, с точки зрения наблюдателя на пристани, дверь на корме парухода движется навстречу лучу света со скоростью парухода. Когда же дверь встретится с лучом?

Мы имеем здесь дело с задачей, подобной задаче о двух путешественниках, едущих навстречу друг другу. Чтобы найти время встречи, надо расстояние между путешественниками разделить на сумму их скоростей. Поступим и здесь таким же образом. Расстояние между лампочкой и дверью составляет 2700 тыс. километров, скорость двери (т. е. парухода) равна 240 тыс. километров в секунду, а скорость света — 300 тыс. километров в секунду.

Следовательно, задняя дверь откроется через

$$\frac{2700\ 000}{300\ 000 + 240\ 000} = 5 \text{ секунд}$$

после того, как лампочка зажглась. А передняя?

Переднюю дверь, с точки зрения наблюдателя на пристани, лучу света приходится догонять, так как она движется с паруходом в ту же сторону, что и луч света. Поэтому здесь мы имеем задачу о путешественниках, из которых один догоняет другого. Расстояние будем делить уже на разность скоростей:

$$\frac{2700\ 000}{300\ 000 - 240\ 000} = 45 \text{ секунд.}$$

Итак, первая дверь откроется через 5 секунд после того, как зажглась лампочка, а вторая — через 45 секунд. Следовательно, двери от-

кроются не одновременно. Вот какой представится картина людям на пристани! Картина — самая удивительная из всего того, о чем до сих пор говорилось.

Выходит, что одни и те же события — открытие передней и задней дверей — окажутся для людей на паруходе одновременными, а для людей на пристани — не одновременными, а разделенными промежутком времени в 40 секунд.

Не звучит ли это совершеннейшей бессмыслицей? Не похоже ли это на абсурдное утверждение из анекдота — что длина крокодила от хвоста до головы 2 метра, а от головы до хвоста 1 метр?

И, заметьте, людям на пристани не покажется, что двери открылись неодновременно: для них это на самом деле произойдет неодновременно. Ведь мы вычислили время, когда открылась каждая из дверей. При этом мы нашли, что вторая дверь действительно открылась на 40 секунд позже первой.

Однако пассажиры парухода так же правильно установили, что обе двери открылись одновременно. И это было показано арифметически. Что же получается? Арифметика против арифметики?!

Нет, арифметика здесь не виновата. Все противоречия, с которыми мы здесь столкнулись, лежат в наших неправильных представлениях о времени: время оказалось вовсе не таким, каким человечество считало его до сих пор.

Эйнштейн пересмотрел эти старые, тысячелетние понятия. При этом он сделал великое открытие, благодаря которому его имя стало бессмертным.

(Продолжение следует.)

Наблюдатели, находящиеся на пристани, увидят, что дверь на корме откроется на 40 секунд раньше, чем дверь на носу. И это не покажется им, а для них оба события на самом деле произойдут неодновременно.



История одного стопора



Б. СТЕПАНОВ

Рис. Е. Хомзе

Великий спор возник среди ученых в середине прошлого столетия — спор о будущем земледелия, о том, как повысить урожай на полях. И начинщиком этого спора был не агроном, не земледелец, а химик — немец Юстус Либих.

Этот человек, за всю свою жизнь не вскопавший ни одной грядки и не посадивший в землю даже самой маленькой луковицы, осмелился написать книгу под громким названием: «Химия в приложении к земледелию и физиологии растений», в которой прямо, без всяких обиняков заявил, что все агрономы и земледельцы... ничего не смыслят в земледелии! Было от чего притти в неистовство почтенным агрономам!

Либих был страстным спорщиком. Он всю жизнь с кем-нибудь спорил и все по разным поводам. Дело в том, что он был революционером науки, смелым новатором — он не любил идти по проторенным дорожкам. За какую бы область науки Либих ни брался, всюду он отбрасывал устаревшие теории, порывал с дряхлыми традициями и прокладывал новые пути. А это вызывало ожесточенное сопротивление старых «жрецов» науки, и в результате возникали бесконечные дискуссии.

Спор о путях улучшения земледелия был особенно яростным и длительным. Это и немудрено: ведь он имел колоссальное практическое значение.

К тому времени все свободные земли в Европе уже были распаханы, а население непрерывно росло, и потребность в продуктах земледелия все увеличивалась. Между тем почва постепенно истощалась, урожаи становились все хуже и хуже. Надо было во что бы то ни стало найти способ, как улучшить плодородие земли. Такой способ и указал Юстус Либих.



Великий немецкий химик Юстус Либих.

Изучив химический состав почвы и растений, он обнаружил истинную причину падения урожаев и наметил путь к повышению их.

— С каждым урожаем, снимаемым вами, — заявил Либих агрономам и земледельцам, — вы уносите с поля различные вещества, взятые растениями из почвы. Вот почему из года в год запасы этих веществ в почве уменьшаются. Озимая рожь, например, с каждого гектара вытягивает своими корнями около 40 килограммов фосфорной кислоты и до 75 килограммов окиси калия. Почва не может сама возместить такие потери. Это должны сделать вы.

— Но мы удобряем почву навозом, — возразили Либиху агрономы. — Растение почти наполовину состоит из углерода, а углерод в изобилии содержится в перегное, в навозе. Мы снабжаем растение всем необходимым.

Агрономы ссылались на господствовавшее в то время учение Тэера, согласно которому углерод считался главным питательным веществом растений.

— Нет, — утверждал Либих, — об углероде заботиться нечего. Для питания растений важнее минеральные соли — соли фосфорной кислоты, соли калия и все те другие вещества, которые можно обнаружить в золе, остающейся при сжигании растений.

— Значит, по-вашему, навоз бесполезен? — спрашивали сбитые с толку агрономы.

— Нет, он полезен, но лишь постольку, поскольку в его состав входят минеральные соли. Удобряя землю навозом, вы возвращаете ей лишь ничтожную долю солей, похищенных урожаем. Поэтому и падает плодородие ваших полей. Чтобы вновь повысить его, необходимо полностью вернуть земле похищенное у нее.

«Придет время, — пророчествовал Либих, — когда каждое поле, сообразно с растением, какое на нем имеют в виду разводить, будет удобряться свойственным ему удобрением, приготовленным на химических заводах».

Как прав оказался Либих! Мощная туковая промышленность, производящая в наше время миллионы тонн удобрений, является наглядным подтверждением его правоты. Но то, что нам теперь кажется очевидным, сто лет тому назад доказать было нелегко.

Чтобы убедить своих противников, Либих попытался от слов перейти к делу. Он купил клочок негодной земли — песчаный, бесплодный пустырь. Вместе со своими учениками он приготовил в лаборатории необходимые минеральные вещества и удобрил ими землю. Вскоре на бывшем пустыре зазеленела пышная растительность.

Это казалось чудом. Со всех концов света приезжали к Либиху агрономы, студенты, земледельцы. Один английский фабрикант, посоветовавшись с Либихом, начал промышленное производство минеральных удобрений. Он выпустил их в продажу под названием «патентованные туки».

Туки охотно раскупались английскими земледельцами. Но скоро начались неудачи.

Либих стал получать массу писем. Все они говорили о том, что его туки никуда не годятся. Иногда, правда, особенно вначале, туки повышают урожай, но затем он снова быстро падает до прежнего уровня, а часто становится еще ниже, чем был раньше. И уж во всяком случае он хуже, чем урожай, собранный с поля, удобренного навозом.

Можно себе представить, как злорадствовали агрономы!

— А что мы говорили! — с торжеством заявляли они. — Растению нужен углерод, он содержится в перегное, в навозе, а в ваших туках его как раз нет.

Либих и сам был удручен неудачей.

К счастью, в это время подспела подмога.

феодалов. В его честь одна из республик Южной Америки названа Боливи́ей. Он был кумиром европейской свободолюбивой молодежи, и это отразилось даже на модах: одно время мужчины носили шляпы а-ля-Боливар. Об этой шляпе сказано у Пушкина:

Надев широкий боливар,
Онегин едет на бульвар...

Да и сам Пушкин на знаменитом памятнике в Москве изображен со шляпой-боливаром в руке.

Вот к этому-то прославленному генералу и явился Буссенго, надеясь получить у него место горного инженера. Однако во время войны Боливар мог предложить Буссенго только должность офицера. И Буссенго согласился: в течение шести лет он находился в армии повстанцев. Он воевал и в то же время занимался наукой и больше всего химией. Он изучал распределение растительности на высоких горах. Производил исследование весьма мало изученных в то время залежей чилийской селитры и перуанского гуано. Он даже устроил себе однажды лабораторию в кратере действующего вулкана, проводя исследования выходящих из земли газов. Отчеты о своих работах и открытиях он регулярно посылал в европейские научные журналы. Когда он возвратился во Францию, за ним была уже репутация серьезного ученого, и он без труда получил кафедру химии в Лионском университете.

Женившись на дочери одного эльзасского землевладельца, Буссен-

го получил в приданое часть имения Бехельброн. Название это навсегда сохранилось в истории науки, ибо в Бехельбронне Буссенго основал первую в мире опытную агрономическую станцию, где он подробнейшим образом исследовал круговорот веществ в земледелии.

Факты, которые обнаружил Буссенго во время своих исследований, скоро заставили его, вслед за Либихом, ввязаться в спор о питании растений.

— Вы говорите, что растение получает свой углерод из почвы, от перегноя? — спросил Буссенго агрономов. — Но вы забываете об углекислоте, содержащейся в воздухе.

— Но ее там слишком мало, — возразили агрономы, — всего лишь сотые доли процента. Растение не может питаться газом, который так скудно рассеян в атмосфере.

Буссенго замолчал. Он никогда не занимался словесными препирательствами. Он любил, чтобы за него говорили факты.

Буссенго поставил такой опыт. Он поместил растения под стеклянный колпак, к которому был присоединен кран для отбора проб воздуха. Воздух под колпаком не сообщался с наружным. Буссенго проанализировал его состав и определил начальное содержание углекислоты. А затем два раза в день он отбирал пробы воздуха и вновь определял содержание углекислого газа. При этом требовалась невероятная точность! Ведь речь шла о ничтожных

Откуда берется углерод?

На помощь Либиху пришел француз Жан Буссенго.

Это был замечательный ученый. Когда ему было двадцать лет, он, только что окончив высшую горную школу, уехал в Южную Америку и явился в лагерь генерала Боливара.

Боливар — знаменитый герой освободительных войн, которые вели в прошлом столетии южноамериканские народы против испанских

Либих убеждал агрономов и земледельцев удобрять землю минеральными солями фосфора и калия.



долях процента. И Буссенго владел такой точностью. Он подмечал малейшую убыль углекислоты, поглощенной растениями.

Сначала почти никто не верил точности его работ. Даже близкий друг Буссенго, знаменитый физик Реньо, и тот не поверил ему. Реньо решил испытать своего друга. В его отсутствие он подкрался к прибору и надышал в него...

— Посмотрим, что теперь скажет наш милейший Буссенго, — посмеивался Реньо. — Я ему добавил немножко углекислоты.

— Что за чертовщина! — ругался через несколько часов Буссенго. — Содержание углекислоты повысилось на целых две десятитысячных. Неужели я ошибаюсь?

Но в это время он заметил покачивающегося со смеху приятеля...

С тех пор профессор Реньо уже не сомневался больше в точности работы своего друга.

Своими опытами Буссенго раз навсегда доказал, что единственным источником углерода для растений служит углекислота воздуха. Ее потому и мало в атмосфере, что растения поглощают ее, выделяя взамен кислород. Растения очищают воздух. Не будь их, мы давно уже задохнулись бы от углекислоты, вы-

деляемой при сжигании топлива, при дыхании людей и животных.

— Вот видите, я прав, — воспрянул духом Либих. — Буссенго доказал, что растение получает углерод из воздуха. Вам об углероде заботиться нечего. Он сам вернется на ваши поля. Удобрите землю минеральными солями, золой, и вы будете получать хорошие урожаи. А ваш навоз никому не нужен.

Но тут случилось нечто неожиданное: против Либиха выступил... Жан Буссенго.

Ошибка Либиха

— Либих ошибается, — заявил Буссенго. — Он говорит, что навоз не нужен растениям, что вместо него на поля можно вывозить золу, содержащую фосфор и калий. Но он забывает об азоте. Азот абсолютно необходим растению. Без него нет жизни. Азот содержится в навозе, и этим определяется ценность его как удобрения. Но азота нет ни в золе, ни в ваших патентованных туках. И в этом причина неудачи с туками.

Еще во время своих скитаний по Южной Америке Буссенго сделал любопытное наблюдение. Он заметил, что жители перуанского побережья, примешивая к бесплодной песчаной почве небольшие количества гуано (высохшие испражнения морских птиц), получают богатейшие урожаи кукурузы. Буссенго там же, на месте, исследовал химический состав гуано и установил, что большая часть его состоит из соединений аммиака и других азотистых соединений. С тех пор Буссенго убедился в том, что соединения азота играют выдающуюся роль в питании растений.

Впоследствии, уже в Бехельбронне, он окончательно укрепился в своем мнении. Многочисленными анализами он доказал, что азот входит в состав всех частей растения. И чем больше азота в растительных кормах, тем они питательнее. Но зато растения, богатые азотом, особенно сильно

истощают почву. И отсюда Буссенго заключил, что удобрение тем активнее, чем оно богаче азотистыми соединениями. Поэтому-то он и выступил против Либиха.

Но Либих не так-то просто сдавал свои позиции. Он бросился в свою лабораторию и стал производить анализ за анализом. Вскоре он уже смог выступить с ответом Буссенго.

— Вы утверждаете, что я слишком мало забочусь об азоте? Но мне и не нужно заботиться о нем. Азота вполне достаточно в почве: вот посмотрите, мои анализы это подтверждают.

— В почве много азота, — возразил ему Буссенго, — но почти весь этот азот бесполезен для растений. Этот азот находится здесь большей частью в виде сложных органических соединений, не растворимых в воде. А растение может впитать своими корнями только то, что растворяется в воде. В воде растворимы минеральные соединения азота — селитра, соли аммиака. Но именно этих веществ как раз и мало в почве. И количество их быстро уменьшается с каждым годом. Осимой пшеницей, например, ежегодно уносится с каждого гектара около ста килограммов минерального азота.

Это была абсолютная правда. И Либих в конце концов вынужден был с этим согласиться. Но он придумал новый довод.

— В воздухе, — заявил он, — много свободного азота. Почти четыре пятых воздуха приходится на азот. Разве этого мало для снабжения растений?

Это возражение Либиха казалось очень убедительным. Многие готовы были согласиться с тем, что растение действительно поглощает азот из атмосферы. А это означало, что удобрять почву азотистыми веществами ни к чему. Но Буссенго не согласился с этим.

— Вы основываете свои доводы только на химических анализах и расчетах, — сказал он. — Но лучше

Находясь в армии повстанцев, Буссенго занимался научными исследованиями.



будет, если вы спросите мнение самого растения.

«Задать вопрос самому растению» было любимой поговоркой Буссенго. И великий экспериментатор нашел способ «разговаривать» с растениями. Этот способ называется «методом песчаных культур». Заключается он в следующем.

Буссенго создавал искусственную «почву» из промытого и прокаленного песка. Такой песок совершенно лишен питательных веществ. Чтобы растение могло в нем развиваться, нужно добавить туда необходимые для его жизни соединения. Буссенго вносил их в строго определенных количествах. Меняя порции, лишая растения одних веществ и добавляя другие, он точно выяснял, что и в каком количестве требуется растению.

Буссенго задал растениям вопрос: нужен ли им минеральный азот, или они смогут питаться и атмосферным?

В два горшка с песком он посеял семена одного и того же растения. В один горшок он добавил все необходимые растению вещества, и в том числе минеральные соединения азота (селитру). А в другой горшок он добавил те же вещества, но без селитры.

Семена взошли. Молодые ростки развились во взрослые растения. Но какая разница была между ними! В горшке, удобренном селитрой, пышно распустились зеленые листья. А во втором горшке, лишенном минерального азота, выросли лишь чахлые, желтые карлики, быстро увядшие.

«Нам нужен минеральный азот, мы не можем усваивать свободный, неактивный азот атмосферы» — так ответили своим видом растения на вопрос, заданный им Буссенго.

— Если бы Либих был прав, — с полным основанием мог заявить Буссенго на своих лекциях, — то какими жалкими глупцами представлялись бы все мы, земледельцы! Зачем вывозим мы длинные вереницы возов навоза, затрачивая на это силы рабочих и лошадей, когда можно было бы воспользоваться этим навозом, этой соломой как топливом и небольшую кучку золы вывезти в поле на ручной тачке? Но спросим растение, согласно ли оно с мнением Либиха: вывезем в одно поле навоз, а в другое — его золу. Ответ растения — не в пользу гениального немецкого химика. Растение отвечает, что оно нуждается и в азоте навоза, а не в одной его золе.

Задача, казалось, была решена. Опыты Буссенго, по обыкновению



В горшке, удобренном селитрой, пышно распустились листья.



А во втором горшке, лишенном минерального азота, выросли лишь чахлые карлики, быстро увядшие.

безукоризненно точные, убедили как будто всех.

Но нашелся все же человек, взявший под сомнение прославленную точность Буссенго. Это был профессор Жорж Вилль.

Новые спорщики

— Мои опыты опровергают выводы Буссенго, — заявил Вилль. — У меня растения прекрасно развиваются в почве, лишенной минерального азота.

Кому же было верить?

Два исследователя получили прямо противоположные результаты. Кто же из них был прав?

Установить это было очень важно: ведь дело касалось жизненных интересов земледелия. Надо было решить, удобрять или не удобрять землю навозом и селитрой. Можно добиться повышения урожая или придется примириться с истощением почвы?

Парижская академия наук выделила специальную комиссию из шести выдающихся ученых для проверки опытов Вилля. И в своем отчете комиссия авторитетно заявила, что Вилль совершенно прав, что свободный азот атмосферы действительно усваивается растением.

Это был тяжелый удар для Буссенго. Результаты его многолетних работ ставились под сомнение.

Но недоразумение очень скоро разъяснилось, к стыду для Жоржа Вилля. Дело в том, что почтенные академики следили за контрольными опытами не сами — они поручили это химику Клоэзу. Но Клоэзу за чем-то понадобилось не надолго уехать из Парижа. Уход и наблюдение за опытами он поручил своему помощнику. Однажды и тому понадобилось отлучиться. Контрольные растения были оставлены под наблюдение сторожа. Ему было строго-настрого приказано поливать растения только вполне чистой, дистиллированной водой. Он и поливал их дистиллированной водой. Но рядом с сосудом, в котором хранилась вода, сторож выпаривал какой-то аммиачный раствор. В результате в «дистиллированной» воде оказалось такое количество аммиака, что всего одной поливкой хватало, чтобы полностью удовлетворить потребность растений в азоте.

Вот уж поистине у семерых нянек дитя без глаза!

Так был посрамлен Жорж Вилль. Но великий спор на этом не закончился.



Два горячих поклонника Буссенго — англичане Лооз и Гильберт — повторили опыты Буссенго. И вот что они ему сообщили:

— Вы совершенно правы: в большинстве наших опытов азот атмосферы также не поглощался растениями. Но все же иногда наблюдаются странные отклонения: в некоторых опытах растения, несомненно, питаются за счет азота воздуха. Мы наблюдали это на клевере, люцерне, горохе и других растениях из семейства мотыльковых.

Буссенго и сам знал об этом. Иногда и у него оказывалось, что азот атмосферы как будто поглощается растениями. Но во всех подобных опытах Буссенго находил какие-либо неточности. Устраняя их, тщательно прокаливая почву, Буссенго в конце концов получал один и тот же результат и с мотыльковыми и с другими растениями. И он решил поэтому, что на самом деле ни те, ни другие не усваивают свободного азота атмосферы.

Буссенго умер, так и не выяснив, почему все же иногда наблюдается отклонение от общего правила. Не смогли этого сделать и Лооз с Гильбертом.

Загадка была решена новым исследователем — немцем Гельригелем.

Более тридцати лет занимался Гельригель загадкой азотного питания растений, и, только до конца разгадав ее, он выступил в печати.

Нелегко далось ему решение. Пока он работал со злаками, с овсом

или пшеницей, все шло хорошо: результаты здесь полностью совпадали с результатами Буссенго. Но, когда он переходил к мотыльковым, начиналась путаница. Иногда они и без минерального азота росли отлично, а иногда чахли. Очевидно, это зависело от почвы.

После многих и упорных исследований Гельригель нашел, в чем тут дело.

Иногда на корнях мотыльковых растений вырастают небольшие клубеньки, уродливые утолщения. Эти

На корнях мотыльковых растений — клевера, люцерны и других — вырастают небольшие клубеньки.

клубеньки содержат в себе бесчисленное множество микробов. И вот оказалось, что эти микробы способны усваивать свободный азот воздуха. Они связывают азот с другими веществами в новые химические соединения, и в таком «связанном» виде азот становится доступным растению. Бактерии живут за счет растения, но зато растение в свою очередь вознаграждает себя, питаясь трупами своих «постояльцев», содержащими драгоценный связанный азот.

Но клубеньки вырастают на корнях растений не сами по себе. Для этого растение должно быть «заражено» микробами. Откуда же они могут взяться? Да, разумеется, из почвы. В почве содержатся эти микробы, они оседают на корнях молодого растения и начинают кормить его азотом.

Теперь нам понятна причина неудачи Буссенго: он тщательно прокаливал почву для своих опытов, и этим он уничтожал всех микробов. Мотыльковым тогда нечем уже было «заражаться», и они вели себя, как и все другие растения.

Буссенго стал жертвой собственной точности.

Так или иначе, а Гельригель окончательно разрешил загадку, откуда растения берут азот. Вместе с тем он закончил и великий спор. Спорить больше было не о чем: все стало ясно.

*Кто победитель
и кто побежденный?*

Если мы попытаемся теперь подвести итоги спора и решить вопрос, кто же оказался победителем и кто побежденным, то мы получим неожиданный результат: побежденных почти нет, все победители!

В самом деле, агрономы были правы, потому что навоз, несомненно, ценное удобрение и отказываться от него неразумно. Либих был прав, потому что минеральные соли калия и фосфорной кислоты действительно нужны растению и их необходимо вносить в почву, ибо сами они туда возвратиться не могут. Буссенго был прав, потому что растениям необходим, кроме калия и фосфора, еще минеральный азот, а атмосферного они усвоить не могут. Лооз и Гильберт были правы, потому что мотыльковые действительно представляют собой счастливое исключение из общего правила. И, наконец, прав был Гельригель, потому что мотыльковые усваивают воздушный азот не сами по себе, а с помощью особых микробов, поселившихся на их корнях.

Не прав был один лишь Жорж Вилль.

Но не Вилль, игравший такую ничтожную роль, должен быть признан побежденной стороной в этом великом споре. Побежденной оказалась природа. Совместными действиями всех исследователей у нее была вырвана еще одна важная тайна — тайна повышения плодородия почвы. Раскрыв эту тайну, человек добился невиданной прежде урожайности полей и навсегда уничтожил угрозу голода из-за истощения земли. Чтобы вернуть почве утраченное ею, созданы мощные заводы минеральных удобрений, в том числе и минерального азота. Этой же цели отчасти служит и применение правильных севооборотов: посевы растений, и с т о щ а ю щ и х почву, чередуются с посевами клевера, люцерны и других мотыльковых, о б о г а щ а ю щ и х почву азотом.

Победы, одержанные революционерами науки в великом споре о питании растений, особенно широко используются теперь в нашей стране, в социалистическом сельском хозяйстве. И поэтому мы чтим память этих великих «спорщиков», упорным трудом добывших мощное оружие для борьбы человека с природой.



Рис. Н. Смольянинова

М. АДАМОВИЧ

У Вегенера захватило дыхание. Он схватил циркуль, чтобы измерением проверить сходимость берегов, подсказанную глазомером. Первая же прикидка подтвердила возникшую догадку: не только основные изгибы береговой линии, но и отдельные, наиболее заметные выступы и впадины хорошо подходили друг к другу. Конечно, не везде это совпадение было вполне точным, миллиметр в миллиметр. Но Вегенера это не смущало. Он знал, что даже рама, вынутая из оконницы, может перекокситься и не войти на свое место обратно без новой пригонки.

Так впервые в этот осенний вечер у Вегенера зародилось предположение о том, что когда-то Африка и Южная Америка составляли одно целое.

Но если его догадка была верна, то между зонами, некогда прилежавшими друг к другу, должно было и теперь еще сохраниться сходство — сходство в рельефе местности, в флоре и фауне. Сделав этот вывод, Вегенер принялся рыться в материалах об Африке и Южной Америке, чтобы найти подтверждение своей идее.

Америка в Африке

Одним из первых, кто подметил сходство между Южной Америкой и Африкой, был знаменитый исследователь Африки Давид Ливингстон, живший задолго до Вегенера.

В 1841 г. Ливингстон отправился из Англии в Южную Африку. В те времена подобные путешествия совершались еще на парусных судах. При этом корабли шли не прямо на юг, а делали крюк, чтобы использовать господствующие ветры и течения: сначала они наискось спускались к Бразилии, а оттуда с южным экваториальным течением шли к мысу Доброй Надежды. Так выходило несколько длиннее в пространстве, но намного короче во времени.

В Бразилии Ливингстон впервые очутился в царстве могучей и роскошной тропи-

ческой природы. Непроходимые леса, их влажный сумрак, змеевидные лианы на могучих стволах, невиданные звери джунглей — все это мелькнуло ослепительным видением перед взором Ливингстона и скрылось, неизгладимо врезавшись в память молодого натуралиста. После непродолжительной стоянки в Рио-де-Жанейро корабль быстро унес Ливингстона к берегам Южной Африки с ее песчаными пустынями и безводными степями, покрытыми низкорослой растительностью.

Прошло много лет. В 1852 г. Ливингстон предпринял свое знаменитое путешествие через всю Африку — от моря до моря. Выйдя из Капской колонии, он прошел в глубь материка, до среднего течения Замбези. Недалеко от водопада Виктории Ливингстон повернул на запад, к Атлантическому океану. В 1854 г. он вошел в пределы португальской колонии Анголы и стал приближаться к берегам Атлантики. Перевалив через горный кряж, отделявший береговую зону от внутренних частей материка, Ливингстон был поражен картиной, открывшейся его глазам: перед ним развернулся типичный тропический ландшафт Южной Америки. Это была Бразилия, та самая Бразилия, которую он когда-то мельком увидел проездом из Англии!

Впечатление было такое, как будто он заснул тринадцать лет назад, увидел во сне знойный блеск африканских пустынь, а теперь снова проснулся около Рио-де-Жанейро. Здесь были те же леса, те же породы деревьев, такие же цветы и заросли трав, лианы, птицы и насекомые.

Около трех тысяч километров разделяют берега Бразилии и Анголы, а пейзаж здесь совершенно одинаковый, как будто его вырезали из одного куска и наклеили на берега по обе стороны океана. Ливингстон был первый, кто отметил в научной литературе этот изумительный факт. Однако объяснения ему он не смог подыскать.

Перед Ливингстоном развернулся типичный тропический ландшафт.

Идея Альфреда Вегенера



В один из осенних вечеров 1910 г. молодой немецкий геолог Альфред Вегенер внимательно рассматривал глобус. Уже не в первый раз Вегенер задумывался над тем, как своеобразно распределились на Земле море и суша. С детских лет он, как и все мы, запомнил, что земной шар делится на два полушария — Восточное и Западное. В Восточном полушарии расположился огромный сплошным массивом Старый Свет — Европа, Азия и Африка, а в Западном поперек океана вытянулся в длину с севера на юг, почти от полюса до полюса, Новый Свет, состоящий из двух Америк. Вегенер давно интересовало, почему материки расположились именно так, а не иначе, и всегда ли так было. Еще в школьные годы его поразил странный изгиб Атлантического океана, похожий на латинскую букву S. И теперь, разглядывая глобус, он снова обратил внимание на причудливый изгиб Атлантики. «Случайно ли это, — думал он, — или же здесь что-то кроется?»

Вдруг его внимание привлекла одна особенность, настолько резкая, что он удивился, как не остановился на ней раньше.

Если мысленно придвинуть бразильский берег к африканскому, то выдающийся углом восточный выступ Южной Америки как раз придется во впадину Гвинейского залива. Но тогда, со своей стороны, западная выпуклость Африки войдет в вогнутость американского берега — между Северной и Южной Америкой. Старый и Новый Свет сомкнутся, как куски одного целого, как раз по линии изгиба Атлантики.





Пангея распалась на куски разной величины.

Свидетельство Ливингстона не было единичным. Вегенер добыл еще массу других доказательств, подтверждавших его предположение.

Оказалось прежде всего, что геологи давно уже обратили внимание на сходство строения земной коры на противоположных участках Южной Америки и Африки. Многие африканские горные хребты, обрываясь на берегу Атлантики, как бы продолжают на Южноамериканском материке: и здесь и там расположение и состав горных пород совершенно одинаковы. В других местах целые площади, залитые базальтовой лавой, оказались как будто расчлененными так, что одна часть очутилась в Африке, а другая — напротив нее, в Америке.

Сходными оказались и ископаемые, окаменелые остатки растений и животных, находящиеся на обоих материках. Что можно было найти в пластах горных пород по одну сторону Атлантического океана, то находилось и по другую в таких же пластах. И наоборот: чего не было на западном берегу Африки, того не могли отыскать и на соответствующем участке американского побережья.

Между животными и растениями, населяющими оба берега Атлантики в наше время, Вегенер также обнаружил много сходства. Особенно укрепило его идею о тесной связи между материками сходство между некоторыми породами червей, на которое указывал один из специалистов-зоологов.

Есть разные породы червей. Одни имеют широкое распространение во многих областях земного шара, а другие встречаются только в определенных местах, где они ходят для себя особую, им нужную почву и пищу. И вот в некоторых местах на африканском берегу нашлись такие породы червей, которые нигде больше в Африке не встречаются. Но зато они имеются на противоположном, американском берегу, за океаном, а в остальных частях Америки

также нигде не встречаются. Следовательно, когда-то у них была одна общая зона обитания, которая потом разделилась на два участка.

Десятки подобных фактов подобрал Вегенер. Все они приводили к заключению, что некогда Америка и Африка сливались в одно целое, которое позже распалось на части, и части эти «разъехались» в разные стороны.

История «Пангеи»

Но можно ли вообще себе представить материки в движении? Не была ли идея Вегенера все-таки чересчур дерзкой фантазией, резко противоречащей всем нашим представлениям о внутреннем строении земного шара?

Нет, новейшие работы геофизиков показали, что в движении материков нет ничего невероятного. Современные геофизики считают доказанным, что Земля состоит из плотного, тяжелого металлического ядра, окруженного рядом более легких, но также твердых оболочек. Лишь на глубине примерно 180—200 километров находится слой расплавленной огненно-жидкой, но весьма вязкой магмы, которая как бы подстилает наружные твердые, каменные слои земной коры. Сама земная кора состоит из двух частей: из твердого базальтового дна мирового океана и громадной материковой гранитной глыбы. Эта мощная материковая глыба глубоко уходит своим основанием в расплавленный слой; другими словами, она находится «на плаву», и благодаря своей пловучести она, очевидно, может смещаться в стороны в горизонтальном направлении. При этом материковая глыба может подвергаться разлому, а части ее могут расплзаться.

Таким образом, новейшее учение о внутреннем строении Земли не только не противоречило идее Вегенера, но даже ее подкрепляло. Опираясь на выводы геофизики, Вегенер расширил свою гипотезу и стал

выяснять, нет ли каких-либо фактов, показывающих связь в прошлом между другими частями суши, помимо Южной Америки и Африки. Оказалось, что таких фактов хоть отбавляй. И геологи, и ботаники, и палеонтологи накопили массу материалов о чрезвычайном подобии некоторых участков земного шара, отстоящих очень далеко один от другого. Индостан, например, во многих отношениях напоминает остров Мадагаскар; природа Австралии носит следы близости в прошлом с Африкой и Южной Америкой, и т. д.

Фактов было много, а возможных объяснений только два: либо все эти части света были когда-то связаны между собой мостами суши, которые потом погрузились в глубину океана, либо они первоначально лежали близко друг к другу и впоследствии разошлись. К моменту появления гипотезы Вегенера как раз наибольшее распространение имело учение о «промежуточных материках». Сторонники этого учения утверждали, что в прошлом один такой связующий материк находился между Южной Африкой и Южной Америкой, другой — между Восточной Африкой и Индией, третий — между Южной Африкой, Южной Америкой и Австралией.

С первого раза эта теория может показаться довольно правдоподобной. Неопровержимые факты, собранные геологами, действительно доказывают, что почти все части земной суши в разное время опускались ниже уровня моря и покрывались водой. Некоторые области погружались и вновь поднимались над поверхностью воды даже по несколько раз. Но в то же время совершенно точно доказано, что они погружались лишь на небольшую глубину, образуя дно мелководных морей, и никогда не опускались на уровень дна глубоководных океанов. А между тем там, где, по учению о потонувших материках, некогда находились промежуточные мосты суши, мы теперь обнаруживаем как раз глубочайшие впадины океанов.

Такое глубокое погружение материков противоречило бы всему тому, что геология знает о поднятиях и опусканиях суши. Поэтому теория промежуточных материков со временем стала терять своих сторонников.

В противовес этой теории Вегенер и развил новое учение о происхождении современных материков. Он утверждал, что в древние геологические времена вся земная суша была единым монолитом. Эту сплошную материковую глыбу Вегенер назвал «Пангея», что в переводе с древнегреческого означает «Все-земля». Со временем в Пангее образовались трещины. Они расширялись и углублялись. Наконец единая глыба распалась на куски разной величины. Подобно льдинам разломанного ледяного поля, куски земли пришли в движение, расплзались, сдвигались и временами напирала один на другой. Индостан, например, приткнулся к Азии, смял ее край в гористые складки и застрял.

Движение обломков Пангеи не было однообразным. В нем преобладали два направления: с востока на запад и от полюса к экватору. Первое движение вызывалось отставанием материков на поверхности от вращения земного ядра — их «сносило» в направлении, противоположном вращению Земли. А движение по второму направлению было связано с действием центробежной силы, которая развивается благодаря вращению Земли. Эта сила стремится отдалить «пловучие» материки от земной оси. А так как на экваторе тела находятся в наибольшем отдалении от оси, то именно туда и отступали куски Пангеи под действием центробежной силы. Временами, однако, по разным причинам возникали и попятные движения материков и движения наискосок.

Таким образом, по теории Вегенера, перемещение материков не есть какой-то



измерений послужили толчком к созданию знаменитой теории относительности Эйнштейна.

Заряд Электрона

Во многих случаях исследователю приходится изобретать очень сложные косвенные приемы, чтобы измерить то, что казалось бы, вообще не поддается измерению. Так пришлось, например, поступить при измерении мельчайшего заряда электричества — заряда электрона.

Величина этого заряда чрезвычайно мала — около $1,6 \cdot 10^{-19}$ кулона. Иначе говоря, чтобы в проводнике возник ток силой в 1 ампер, по нему должно пробежать ни много, ни мало 6 000 000 000 000 000 электронов в течение одной секунды.

Ясно, что непосредственно измерить ничтожно малый заряд электрона невозможно. Разве мыслимо построить такой чувствительный электрометр, который уловил бы заряд одного единственного электрона? Очевидно, здесь надо было искать какой-то новый, обходный, косвенный путь. Такой путь и был предложен американским физиком Милликеном.

Милликен вдвух пульверизатором тонкую масляную лужу в пространство между пластинами незаряженного плоского конденсатора и наблюдал под микроскопом поведение отдельных капелек. Под действием силы тяжести масляный туман медленно оседал, преодолевая сопротивление воздуха. Скорость падения отдельной капельки можно было измерить, а отсюда вычислить и радиус капельки.

После этого Милликен подавал на пластины напряжение и одновременно пускал в промежуток между пластинами пучок рентгеновых лучей. Рентгеновы лучи обладают способностью ионизировать воздух, т. е. вырывать из его атомов электроны и таким образом превращать нейтральные атомы в электрически заряженные частицы — ионы. Эти ионы один за другим прилипали к масляным капелькам. Зарядившиеся капельки под действием электрического поля притягивались к пластинам конденсатора, и скорость их падения поэтому резко изменялась. Можно было подобрать такое напряжение на пластинах конденсатора, чтобы электрическая сила в точности уравновешивала силу тяжести, тогда каждая капелька масла некоторое время могла бы неподвижно висеть в воздухе.

Зная, какая разность потенциалов нужна для того, чтобы «подвесить» масляную капельку, можно было вычислить ее заряд. Заряд этот всегда оказывался равным либо $1,59 \cdot 10^{-19}$ кулона, либо он был больше ровно в два, три, четыре, пять и более раз. Кратные заряды получались в результате прилипания к капельке нескольких ионов. Но ни в одном опыте не встретились капельки, заряженные меньшим зарядом, чем $1,59 \cdot 10^{-19}$ кулона. Этот наименьший, не делившийся дальше заряд и есть, стало быть, заряд электрона.

В дальнейшем данные Милликена были подтверждены с помощью совершенно иного метода.

Самые развитые отрасли современной науки — физика, химия, астрономия — потому и называются точными, что они широко применяют измерения. Точная наука не только описывает явления, не только указывает на связь между явлениями, но и определяет эту связь числом и мерой. Она отвечает не только на вопросы «что» и «как», но и на вопрос «сколько».

Исследователи непрерывно ищут новые, все более совершенные и точные способы измерения. Но измерения, конечно, не самоцель, а только средство. Одним определением величин до седьмого или до десятого десятичного знака многого не достигнешь. Нужно еще смелое творческое дерзание в эксперименте и в теории, чтобы вырвать у природы ее тайны и заставить ее служить человечеству.

ческой лаборатории и изготавливается с предельной точностью в 0,05 микрона.

Не всегда меры были так стандартизованы и упорядочены, как сейчас. В русском курсе арифметики Аничкова, изданном в 1786 г., перечисление различных мер длины занимает целую главу в двенадцать страниц, под названием «Сравнение известнейших аршин». В прежние времена чуть ли не каждый крупный город имел свои особые меры длины.

Такой беспорядок должен был исчезнуть вместе с появлением крупной промышленности. Существование множества различных «аршин» мешало развитию техники, и поэтому со временем на смену ему пришло единство мер.

Вот наглядный пример, показывающий, какое важное значение имеют метрология и единство мер.

В царской России во время мировой войны 1914—1918 гг. вдруг обнаружилось, что многие снаряды не входят в каналы стволов орудий. Разница в их диаметрах была ничтожная, но тем не менее она оказалась достаточной, чтобы обесценить огромное количество артиллерийских снарядов. А их и без того не хватало!

Стали искать причины такого странного несовпадения и в конце концов выяснили, что виной всему разноречивость в мерах длины. На одних заводах мерительный инструмент сравнивался, в конечном счете, с государственным эталоном — платиновой полусаженой линейкой. А на других заводах проверка инструмента исходила от другого стандарта — стандартного дюйма, принятого в военном ведомстве. Оба стандарта не были точно согласованы между собой, и в результате обороне государства был нанесен серьезный ущерб.

Чтобы избежать опасной путаницы и ошибок, метрологи стремятся выбрать истинные вечные и неизменные образцы мер. Надо обезопасить эти образцы от всяких случайностей, от износа, от пожара, от хищения, от действия времени. Лучшее всего принять за единицу меры какую-нибудь неизменную величину, встречающуюся в природе, чтобы в случае нужды всегда можно было обратиться за проверкой к самой природе.

Эта идея возникла у людей очень давно. В одной старинной русской книге приводится такая схема мер длины:

«Начало ее (меры длины) производят от лошадиного волоса, коих попереки шесть полагается в ширине ячменного зерна, а шесть зерен составляють дюйм, то есть ширину большого пальца...»

Творцы метрической системы мер также обратились за образцом к природе. По первоначальному определению метр должен был равняться одной сорокамиллионной доле земного меридиана. Были произведены измерения Парижского меридиана, и на основании этих измерений изготовили метр-прототип. Но при повторном промере меридиана обнаружилось, что во время первого измерения его была допущена ошибка. Таким образом, настоящий метр на самом деле не соответствует в точности одной сорокамиллионной Парижского меридиана. Единственным образцом и «хранителем» основной единицы длины оказался искусственный эталон — прототип метра, изготовленный из платино-иридиевого сплава и хранящийся в Севре, под Парижем.

Впоследствии все-таки была найдена возможность выразить эту искусственную и условную единицу длины в неизменных, постоянных природных величинах. В конце XIX века американский физик Майклсон построил чрезвычайно деликатный прибор — интерферометр, который позволял с громадной точностью измерить длину волн света. Но измерять — это значит сравнивать. Длина волн света была сравнена с северским прототипом метра, и таким образом он оказался связанным с неизменной величиной, существующей в природе. Значит, и хранение метра с этого момента как бы было поручено самой природе.

Теперь, если северский прототип метра почему-либо исчезнет или изменит свои размеры под воздействием каких-нибудь внешних влияний, его в любой момент можно будет восстановить со всей необходимой точностью. Ведь длина световых волн остается неизменной, а измерив ее с помощью точного интерферометра, мы всегда сможем в точности восстановить и длину метра-прототипа.

Седьмой десятичный знак

Один выдающийся исследователь сказал: «Будущее физики — в седьмом десятичном знаке».

Этими словами он хотел выразить ту мысль, что увеличение точности наших измерений должно привести к новым крупным научным открытиям. Конечно, это не единственный и даже не основной путь развития науки, но во многих случаях лишний десятичный знак и в самом деле оказывал большие услуги исследователям.

В девяностых годах прошлого века английский исследователь Рэлей обнаружил, что азот, полученный из воздуха, и азот, добытый из некоторых азотистых соединений, имеют различную плотность. Литр азота из воздуха весил 1,2572 грамма, а литр азота из соединений — 1,2505 грамма. Это казалось совершенно неправдоподобным. Но факт оставался фактом, и Рэлей был убежден в точности своих измерений. Тогда он совместно с химиком Рамсеем стал искать причину этого странного несовпадения и в конце концов обнаружил ее. Оказалось, что в атмосферном азоте содержится примесь неизвестного газа, в полтора раза более тяжелого, чем азот. Этот газ был выделен и назван аргоном.

Дальнейшие, еще более тонкие и тщательные исследования показали, что, кроме аргона, в воздухе содержатся ничтожные примеси и других газов, неизвестных до того времени. Эти газы получили названия: гелий, неон, криптон и ксенон. Открытие новых газов сильно обогатило науку и оказалось небесполезным и для техники: все эти газы впоследствии получили большое практическое применение. А ведь поводом для их открытия послужил скромный десятичный знак в числе, выражавшем плотность азота!

Еще более крупную роль сыграла точность измерения в опытах Майклсона, определившего скорость света в разных условиях.

Результаты этих замечательно точных

Масяжыны

ЭНЦЕФАЛИТ

В. АНТОХИНА



ода три-четыре назад за падью около Подвищенского зимовья на Дальнем Востоке неожиданно утвердилась слава «гиблого места».

В эту безыменную падь, пропахшую диким левкоем и молодыми кедровыми шишками, угоняли на ночь пастись коней, усталых после дневной работы и голодных. Коней было много, а пастухов трое. На стоянке пастухи кидали свои длинные бичи, расседывали верхних коней и путали им ноги, чтобы на случай тревоги иметь их всегда под рукой. Прохладная сырость торопила разжечь веселый огонь. У костра, на постелях из хвойных лапок, покрытых чепраком, оставалось двое, а третий сторожил.

В одну из ночей пастух, дежуривший во вторую очередь, долго ожидал смены. В густой темноте кони неслышно ступали по влажной мшистой земле и сочно хрустели травой. Где-то фукал филин. Дозорный, молча покуривая, объезжал табун и часто поглядывал на восток: на переломе к утру должен был встать третий пастух.

Но он не встал.

В молочном свете начинающегося утра над ним склонились встревоженные товарищи. Он был в жару и что-то невнятно бормотал. С трудом можно было уловить, что он жалуется на жестокую боль, раскалывающую ему голову на части.

Товарищи привезли его домой, а вечером погнали табун вдвоем. На следующее утро они не вернулись оба. Когда их нашли, они уже никого не узнавали, безжизненные, с перекошенными лицами. У давно погасшего костра тихонько подвывали собаки.

Доктор, который приехал верхом к вечеру третьего дня, почувствовал себя у постели больных бессильным: несмотря на самые энергичные меры, принятые к их спасению, они умерли все трое, один за другим. Они умерли, не приходя в сознание, от странного, очень тяжелого гриппа, как решил врач. Он остался на зимовье, ожидая распространения болезни, но, кроме пастухов, никто больше не заболел. Остались невре-

димыми даже те, кто ухаживал за больными, кто с плачем принимал их последнее дыхание, — жены, дети, родные.

А много времени спустя после отъезда врача в окрестностях той же пади работала геологическая партия. В ней заболели два инженера. Остальные поспешили подальше убраться от «гиблого места».

Случай у Подвищенского зимовья не был единичным. Вести о вспышках неизвестной болезни приходили и из других мест. Эти вести были не часты, но странно похожи одна на другую. Из врачебных сводок выяснялось, что от болезни погибали те, кто больше всего имел дело с тайгой: охотники, пастухи, геологи, лесорубы.

Болезнь возникала в определенной местности и здесь же и гнездилась, не распространяясь дальше (такие заболевания, приуроченные к определенным местам, называются в науке эндемиями).

Болезнь действовала беспощадно: из десяти пораженных ею умирало до шести. Такова смертность от холеры, от сыпного тифа в военное время.

Болезнь давала себя знать только весной.

Вот все, что мог узнать Институт экспериментальной медицины из тревожных сигналов местных врачей.

Этого было более чем достаточно, чтобы забыть тревогу и немедленно отправить из Москвы на Дальний Восток исследователей-разведчиков, которые должны были встретиться с врагом лицом к лицу и прежде всего установить, кто он и каковы его силы.

Невидимка обнаружена и названа

На заре развития современной микробиологии, всего лишь каких-нибудь полвека тому назад, борцы с болезнями выступали, как разрозненные партизаны. Американец Теобальд Смит, например, в одиночку

Рис. Н. Смольянинова

сражался с тexasской лихорадкой скота и впервые проследил сложный путь, который проходят возбудители этой болезни, прежде чем попасть в тело животного. О его забытых подвигах напомнил нам в своей знаменитой книге¹ Поль де-Крюи. Но в наше время «охотники за микробами» не могут быть одинокими трапперами, они действуют сейчас целыми отрядами, и, как во всякой армии, здесь в сражении участвуют разные виды оружия.

Так происходит прежде всего потому, что враг оказался гораздо более многочисленным и опасным, чем о нем думали во времена Луи Пастера.

Недавно ученым удалось найти невидимых врагов, существование которых на заре развития микробиологии только смутно подозревали. Это так называемые фильтрующиеся вирусы. Вирус — это мельчайшее существо, которое неразличимо в самый лучший оптический микроскоп и способно в ряде случаев бесследно проходить через самые лучшие фильтры, задерживающие обыкновенных бактерий. Вирусы вызывают такие болезни, как оспа, желтая лихорадка, грипп, корь, бешенство, чума животных и птиц, ящур и другие. Предполагают, что вирус вызывает и множество неизвестных еще болезней, которые мы еще не научились различать или приписываем другим причинам.

¹ «Охотники за микробами».

Но, не видя вирусов, люди научились распознавать особенности различных их видов и успешно бороться со многими из них. Блестящее начало этому положили еще Дженнер, избавивший нас от оспенных эпидемий, и Пастер, научивший человечество спасаться от бешенства прививками.

Неизвестная таежная болезнь тоже оказалась вирусной болезнью. Это установили врачи-вирусологи, участвовавшие в работе двух отрядов мощной объединенной экспедиции, впервые направившейся на Дальний Восток два года назад.

Дружными усилиями всего коллектива ученых, которым руководил проф. Л. А. Зильбер, были добыты многие ценные сведения о неизвестной болезни. Еще не был разбит лагерь экспедиции, еще тракторы тащили волоком вагончики-бараки и походные лаборатории, а работа уже кипела. Исследовались первые больные, рассекались трупы, и из крови, из мозга, из всех частей тела умерших брались пробы для микроскопа и для заражения лабораторных животных.

И вот, когда однажды мышам впрыснули в мозг эмульсию из мозга умерших, они через несколько дней заболели и затем быстро погибли. Вскоре удалось выделить из мозга мышей вирус. Эти результаты были получены почти одновременно в северном отряде экспедиции докторами М. П. Чумаковым и Е. Н. Левкович. В южном, приморском отряде эти опыты велись докторами А. К. Шубладзе, В. Д. Соловьевым и другими.

Все эти исследователи — молодые

На заре развития современной микробиологии борцы с болезнями выступали, как разрозненные партизаны. Теобальд Смит, например, в одиночку побеждал техасскую лихорадку скота. В наши дни его подвиги выглядели бы так же, как подвиги рыцаря, вооруженного мечом и щитом, в век авиации и танков.



врачи, комсомолы, партийные и непартийные большевики, получившие опыт борьбы с вирусами в советских научных институтах. Они прекрасно отдавали себе отчет в опасностях, которые их подстерегали на каждом шагу в борьбе с неизвестным и потому особенно страшным врагом, но все они считали делом чести занять самые ответственные и опасные места.

Итак, вирусологи окончательно установили, что виновник загадочной болезни — вирус — располагается в мозгу. Они выделили его и получили возможность производить искусственные заражения животных и, следовательно, искать средства борьбы с противником.

Но что это за вирус? Какой из многочисленных видов его? Новый, неизвестный, или уже встречавшийся борцам со смертью?

На эти вопросы можно было ответить, только наблюдая за его действием, сравнивая картину вызываемой им болезни с другими. Никакими иными средствами вирус от вируса не отличить, так как он — невидимка.

На помощь вирусологам, большую часть своего времени тратящим на лабораторные исследования, пришли клиницисты — врачи, которые в клиниках накапливают опыт лечения разных болезней. Клиницисты, участвовавшие в экспедиции (А. Г. Панов, А. Н. Шаповал и другие), скоро установили, что неизвестная таежная болезнь — это особого рода воспаление мозга.

Признаки воспаления мозга наблюдали до них и местные врачи, но они думали, что это лишь следствие, осложнение основной болезни, которую они принимали за какую-то неизвестную разновидность гриппа. Это предположение было вполне логично, но оно было ошибочно. Воспаление головного мозга, действительно, может вызвать любая заразная болезнь — не только грипп, но и тиф, и малярия, и холера, и дизентерия, и ревматизм. Такое воспаление мозга называется вторичным, так как оно как бы следует за другой какой-то болезнью и завершает ее разрушительное действие. Но воспаление мозга, с которым экспедиция встретила в тайге, не было вторичным: клиницисты установили, что это самостоятельная болезнь, обрушивающаяся на человека сразу и внезапно. Вирус, который вызывал это первичное воспаление мозга, отличался тем свойством, что он жил и размножался в нервной ткани.

Встречалась ли уже когда-нибудь на земном шаре эта болезнь? На это должны были ответить участники экспедиции, посвятившие себя изучению различных эпидемий, — эпидемиологи. В то время как вирусники возились с мышами, эпидемиологи



Исследователи изучали клеща под микроскопом.

раскопали кипы пожелтевших от времени медицинских сводок, стряхнули пыль с архивных статистических таблиц, перелистали старые научные журналы и скоро напали на верный след этой болезни.

Оказалось, что сходная болезнь — сезонный энцефалит, как ее называли ученые, — в 1924 г. свирепствовала в Японии, поразив 43 провинции из 47. Японские врачи тогда не могли найти возбудителя болезни. Лишь через одиннадцать лет японцам удалось это сделать, идя по пути американцев, тоже занявшихся этой болезнью, когда эпидемия ее вспыхнула и в США.

Опыт заграницы, разумеется, тотчас же был учтен нашими врачами. Но он был слишком скуден и мало что давал для успешной борьбы с невидимым врагом. Нашей экспедиции предстояло одержать победу над болезнью, перед которой медицина других стран еще бессильна.

Пока что мы дошли до того момента, когда соединенными усилиями вирусологов, клиницистов и эпидемиологов враг был обнаружен и назван.

Болезнь вызывал вирус.

Болезнь представляла собой особый род воспаления мозга и называлась энцефалитом.

Эти сведения уже позволяли начать решительную войну с врагом.

Врачи атаковали Зверотамми

Теобальд Смит, которым мы восхищались, читая Поля де-Крюи, избавил Соединенные штаты от техасской лихорадки скота. Он достиг



В девственной тайге на всякое существо с теплой кровью набрасываются бесчисленные полчища насекомых.

этого, затратив на исследования несколько лет.

Другой «охотник за микробами», английский полковник Давид Брюс, отдал лучшие годы своей жизни на борьбу с сонной болезнью, свирепствовавшей в Южной Африке и уносившей тысячи жизней. Эта таинственная болезнь успела, пока с ней не научились бороться, превратить огромные пространства Южной Африки в бесплодную пустыню, недоступную для земледелия, опасную для охоты и убийственную для путешественников. В конце концов Брюс справился с ней, но это была долгая борьба!

Если бы этого славного полковника командировать вдвоем с женой — его неизменным помощником — бороться с энцефалитом в тайгу, мир не скоро услышал бы о результатах этой экспедиции. Когда английское правительство послало одинокого смельчака Брюса спасать население своих колоний, оно не было чрезмерно озабочено судьбой черных племен. Оно считало, что спешить особенно некуда: сотней негров больше, сотней — меньше, это все равно. И Брюс, лишенный мощной поддержки государства, должен был все делать сам, вплоть до мытья пробирок для своей крошечной дорожной лаборатории.

Что касается нашей экспедиции, то у нее не было лишнего часа, не только дня. Ведь ежедневно в тайгу уходили сотни и тысячи людей, советских людей, пионеров новых земель. Они прокладывали дороги, выкорчевывали пни, они искали уголь, железо, золото, они строили заводы в необжитых местах. Их надо было защитить от энцефалита немедленно, сегодня же. Надо было искать во всех направлениях, одновременно стремиться к одной цели, идя разными путями. Вот вторая причина, по которой в тайгу отправлялись и в прошлом и в позапрошлом году большие экспедиции.

Необходимо было немедленно узнать, откуда энцефалит появился, как он распространяется, кто его разносит и как его надо лечить.

Еще до прибытия экспедиции в тайгу во всех больницах, где умирали от энцефалита, всеми врачами, которые лечили эту болезнь, был получен ответ на очень важный вопрос, передается ли энцефалит непосредственно от человека к человеку. Нет, не передается, отвечал опыт. И из этого правила не было исключений. Люди, которым не приходилось подолгу бывать в тайге, даже если они неотступно ухаживали за больными, сами не заболели.

Откуда же в тело человека попадало болезнетворное начало — энцефалитный вирус? Не от насекомых ли?

Мы хорошо знаем, что сыпной тиф переносят вши, чуму — блохи, сонную болезнь — муха цеце, тexasкую лихорадку — клещ, малярию — комары анофелес и т. д. Поэтому предположение, что энцефалит тоже распространяется через насекомых, тотчас должно было притти в голову каждому врачу, после того как он убедился, что непосредственно инфекция не передается. Такая догадка и была, конечно, высказана с самого начала, но она на первых порах не дала никакого просвета.

Дело в том, что в девственной тайге на всякое существо с теплой кровью на равных правах набрасываются бесчисленные полчища прямыхкрылых, членистоногих, паукообразных и других видов насекомых, которых местное население именует попросту «гносом». Как только стает снег, появляются лесные мухи, начинает роиться мошкара, затем с наступлением тепла к ним присоединяются клещи, оводы, слепни, жигалки и комары десятков наименований. Если действительно энцефалит переносится через укусы насекомых, то как среди этих полчищ отыскать истинных виновников злодеяния?

Теобальд Смит, если бы ему была поставлена такая задача, начал бы

свои неторопливые, методические опыты. Он брал бы, вероятно, «каждой твари по паре», прятал представителей каждого вида в отдельные банки и по очереди давал бы им вдоволь напиться крови больных. Затем выпускал бы этих паразитов, напившихся ядом, на мышей и следил, чьи укусы приводят грызунов к заболеванию и роковому концу.

Но проведение такой развернутой серии экспериментов потребовало бы времени, времени и еще раз времени. А его не было. И вот у молодых паразитологов — А. В. Гудевича, А. Н. Скрынника и А. П. Грачева, — работавших в лагере северного отряда, родилась идея быстрого и экономного эксперимента, который должен был в один сезон дать точный ответ на вопрос о том, кто является переносчиком вируса.

Чтобы осуществить этот эксперимент, паразитологам надо было отправиться в тайгу, в те самые «гиблые места», посещение которых стоило уже жизни многим. Но молодые ученые, как и их товарищи вирусники, готовы были, не задумываясь, идти навстречу опасности, когда этого требовали интересы дела.

Попадая в тайгу, исследователь рассматривал самого себя как аккумулятор всей лесной нечисти. В течение двадцати минут он позволял садиться на себя самым разнообразным насекомым — кто хотел. Он думал только об одном — как бы всех собрать в свои пробирки. В сущности, неизвестно, кто за кем охотился. Эти охотники за насекомыми могли в любую минуту сделаться добычей своих жертв.

Возвращаясь домой, исследователи в своем бараке вытряхивали содержимое своих пробирок и сортировали дневной улов. С каждым разом прибавлялись все новые записи в журнале, разграфленном по дням и декадам. Итогом этой терпеливой и мужественной работы оказался всего-навсего один листок бумаги, на котором были вычерчены кривые лета каждого вида насекомых в отдельности. По каждой из этих кривых можно было проследить, как увеличивалось число нападений каждого вида лесных паразитов и с какой постепенностью число их уменьшалось.

Гениальная по простоте идея эксперимента заключалась в том, чтобы рядом с этим листком положить другой, на котором были вычерчены кривые, показывающие рост заболеваемости энцефалитом, также изо дня в день, из месяца в месяц.

Листки сопоставили и узнали все, что хотели узнать. Наиболее отчетливо совпали кривые роста заболеваний энцефалитом и активности лесного пастбищного клеща. Появляются клещи — появляется и энцефалит; нет клещей — нет и энце-

фалита. Мало того: чем больше клещей, тем чаще регистрируются случаи энцефалита. Кривые лёта других насекомых не обнаруживали такого закономерного совпадения с цифрами заболеваемости.

Вывод был ясен.

1650 спасенных

Клещ был водружен на «операционный» стол. Его растирали, из него готовили эмульсии для впрыскивания мышам. Этот цепкий кровосос, ближайший родственник паука, оказался в центре всеобщего внимания. Молодые исследователи с увлечением разрезали кровопийцу на части и изучали его внутренности, которые нужно было во много раз увеличивать, чтобы рассмотреть.

Честь первого открытия вируса в клещах, собранных в лесу, принадлежит вируснику Н. В. Рыжову. Участники экспедиции с торжеством отметили тот день, когда в слюнных железах клеща был обнаружен вирус энцефалита. Оказалось, что клещ, храня в своих челюстях страшную заразу, сам от нее совершенно не страдает.

Тысячи, миллионы клещей в нетронутой тайге носят в себе энцефалитный яд. Но где они его раздобыли? Клещ недолговечен. Хотя клещиха передает вирус своим детям и крошечные, только родившиеся клещата уже смертоносны, трудно все же предположить, чтобы только от клеща к клещу передавался однажды полученный энцефалитный яд. Если бы это было так, распространение энцефалита ограничилось бы только отдельными «гиблыми местами», только районами, где расплодился колонии зараженных клещей. А между тем эпидемия энцефалита обычно вспыхивает внезапно в таких местах, где раньше ничего не было слышно о грозной болезни, за много сотен километров от ближайшего очага заболеваний. Клещ не обладает такой быстротой передвижения, чтобы только его одного мы могли обвинить в распространении болезни. Он может играть роль только местного передатчика заразы. Но где же тогда находится основной источник болезни, ее резервуар, как выражаются эпидемиологи? Откуда ее черпают клещи?

Весьма вероятно, что клещ передает вирус, как эстафету, самым разнообразным животным, водящимся в тайге. Вот в кедровых ветвях весело посвистывает бурундук. Недавно он был укушен зараженным клещом. Это было очень далеко, за

От укусов клещей можно уберечься, если носить специальный комбинезон.

много километров отсюда. Клещ остался на месте, а бурундук переселился. Сейчас вирус живет в его крови, и бурундук направо и налево снабжает им нападающих на него в лесу насекомых.

Выделить вирус пока что удалось только у бурундука. Но уже установлена восприимчивость к вирусу волков и мышей-полевков. Вероятно, и другие таежные и лесные обитатели могут переносить вирус в своей крови.

Поэтому первая заповедь борьбы с энцефалитом как с эпидемией — это уничтожение клещей и их «хозяев» — грызунов. В девственном лесу можно уберечься от укусов клещей, если носить специальный комбинезон, осматривать не меньше двух раз в день голову и тело (клещ присасывается к одному месту). На территории, где будет разбит лагерь, надо сжигать траву, корчевать кустарники, поливать землю противоклещевыми растворами (например лизолом), расчищать лес.

Примерно такие же способы борьбы с сезонными энцефалитами рекомендовали населению санитарные инспекторы и в Японии и в Америке (там разносчиком болезни были не клещи, а комары). Но там этим и ограничились. А наши врачи в последнее время нашли и другие, гораздо более действенные и верные средства для борьбы с энцефалитом.

М. П. Чумаков, А. Н. Шаповал, Е. Н. Левкович и И. С. Глазунов с успехом применили для лечения больных сыворотку крови людей, уже оправившихся от энцефалита. Далее оказалось, что если лошадь долгое время заражать вирусом, в сыворотке ее крови накапливается большое количество так называемых вирусных антигенов. Антигена — это вещества, которые уничтожают вирус или парализуют его вредоносное действие. Из такой сыворотки можно приготовить мощное лекарство, которое позволяет спасти уже заболевших.

Еще более важное значение будет иметь так называемая вакцинация убитым вирусом, которую недавно предложил проводить молодой советский ученый проф. А. А. Смородинцев. По его заданию, доктор Н. В. Каган, а затем

Е. Н. Левкович приготовили и тщательно проверили на животных вакцину, и оказалось, что она создает иммунитет, т. е. невосприимчивость, к грозной таежной болезни.

Борьба с энцефалитом и победа над ним дались не легко. Несколько бесстрашных исследователей, вступивших, невзирая на опасности, в бой с врагом из тайги, заплатились своим здоровьем, а некоторые и жизнью. Надежда Вениаминовна Каган умерла, заразившись у себя в лаборатории, уже в Москве, накануне окончания своих опытов, которые позволили отнять у этой болезни ее истребительную силу. Вначале казалось, что это обычный грипп, но через несколько дней обнаружилось зловещие симптомы страшной болезни. Доктора М. П. Чумаков и В. Д. Соловьев, ветераны первой экспедиции, переболевшие энцефалитом в тайге, дали свою кровь, чтобы приготовить сыворотку, нужную для спасения товарища. Но было уже поздно... В борьбе с энцефалитом отдала свою жизнь и мужественная комсомолка-лаборантка Таля Уткина.

Но они погибли не даром. Недаром болели в тайге участники экспедиции. Недаром они работали десятки месяцев, упорно, напряженно. Врачи, со свойственной им осторожностью, сегодня еще остерегаются говорить об окончательной победе над энцефалитом. Но вот красноречивый факт: в этом году было уже подвергнуто вакцинации 1650 лесорубов, охотников, геологов и других обитателей тайги, которым особенно угрожал энцефалит. И ни один из них не заболел, несмотря на то что многие не раз подвергались укусам клещей! Два года назад многие из них были обречены на верную смерть, а остальные — на трудное выздоровление, так как энцефалит оставляет в виде последствий тяжелые нарушения нервной системы.

Враг из тайги не только выслежен и разоблачен, но и побежден героическими усилиями наших ученых.

Серебристые

И. АСТАПОВИЧ

В ночь с 15 на 16 июля с. г. на обширной территории СССР, от Новосибирска до Москвы и от Актюбинска почти до Ленинграда, наблюдалось необычное явление. Около полуночи в северной части неба, там, где светлая летняя зоря обнимала горизонт, творилось нечто странное: на совершенно до того чистом и ясном небосклоне появлялись легкие, светлые облака, слегка напоминающие перистые (названные так за их сходство с птичьим пером). Но перистые облака на фоне зари никогда не бывают светлыми, а наоборот, кажутся темными; только выйдя из области зари, перистые облака обычно приобретают беловато-золотистую окраску. Серебристые же облака, наблюдавшиеся в ту ночь, за пределами зари становились вовсе невидимыми.

Эти необыкновенные облака уже не в первый раз наблюдаются людьми. Ученый Святский, много работавший над историей русской астрономии, считает, что еще старинные указания наших летописцев на некоторые необычные небесные явления, наблюдавшиеся четверста лет назад, возможно, имели в виду именно серебристые облака. В Западной Европе на них впервые обратили внимание в 1781 г., в Швейцарии, но потом забыли об этом. Десятью лет спустя их снова наблюдали в Скандинавии. В 1883—1884 гг. их видели в Ирландии, но не придавали им никакого значения — мало ли, дескать, облаков бывает на небе!

13 июня 1885 г. серебристые облака наблюдал в Москве проф. Цераский, директор Московской астрономической обсерватории. В этот вечер вся северная сторона небосклона была заполнена яркими облаками, настолько яркими, что они освещали стены зданий и другие земные предметы. Облака были прозрачны, свет звезд ими несколько не задерживался, и это еще больше заставляло обращать на них внимание.

Прежде всего надо было определить высоту облаков, установить, где они плавают в земной атмосфере. Для этого проф. Цераский применил испытанный способ так называемых двусторонних наблюдений. Два наблюдателя А и В, удаленные на некоторое расстояние один от другого, определяют угол, под которым они видят находящийся наверху предмет О. Если все это изобразить на чертеже, то получится треугольник АОВ. В нем расстояние АВ известно по карте, а углы ОАВ и ОВА — из наблюдений. Значит, этот треугольник по правилам математики можно решить и, стало быть, определить высоту наблюдаемого предмета над земной поверхностью. Таким путем находят, например, высоту полета метеоров в атмосфере. И этим же путем проф. Цераский нашел высоту серебристых облаков.

Она оказалась равной... 75 километрам!

Обычные облака не поднимаются так высоко. Потому-то серебристые облака и кажутся светящимися, что на столь большой высоте их озаряют лучи солнца еще тогда, когда на поверхности земли уже наступила темнота.

Вскоре обнаружили, что серебристые облака движутся. Но направления и скорости движения у них и у обычных облаков не совпадают.

Затем было открыто, что в основном серебристые облака состоят из ярких длинных полос, которые получили название «волокон». Очень часто волокна параллельны, но подобно тому как параллельные рельсы кажутся сходящимися у горизонта, так и волокна серебристых облаков как бы сходятся в одной точке. Поперек волокон идут мелкие «гребешки», вроде ряби. Длина волокон доходит до нескольких сот километров, ширина — до 2—3 километров; расстояние между волокнами — в среднем около 30 километров, а между гребешками — в три-четыре раза меньше.

15 июня 1928 г. в Москве наблюдалась мощная масса серебристых облаков. Казалось, что по небу словно ползет гигантская решетка. Путь этой решетки составляли волокна, а перекладины — гребешки. Иногда «клетки» этой решетки заполнены еще бесформенной массой; она называется «флер».

Серебристые облака могут захватывать огромные пространства. Например, 8 августа 1925 г. облака заняли площадь в 1180 тыс. квадратных километров — от Ленинграда до Румынии. 19 июля 1936 г. они занимали площадь еще большую — от Новосибирска до Англии.

Ничего не стоит получить фотографию серебристых облаков, а между тем такие фотографии представляют большой научный интерес.

Облака

Рис. Е. Хомзе

Они позволяют определить структуру облаков, как бы сложна она ни была. Особенно ценно иметь две и более фотографий, сделанных с промежутком в 2—4 минуты: по ним хорошо можно проследить, когда и как смещаются облака. Если их одновременно снимать с расстояния в 15—20 километров, то по этим снимкам потом можно определить высоту облаков. Снимать нужно с полным отверстием объектива на пластинках или пленках наивысшей чувствительности с выдержкой в 30—40 секунд. Для съемок можно пользоваться обычными фотокамерами — аппаратами «Фотокор», «Турист», «ФЭД».

Первые фотографии серебристых облаков получили в 1889 г. русские астрономы акад. Белопольский, проф. Цераский и другие. Фотографирование дало возможность уточнить высоту этих облаков. Она оказалась равной 80—82 километрам, и сколько с тех пор ни производится определений, результаты получаются удивительно постоянными.

Благодаря столь большой высоте облаков их можно видеть даже за тысячу километров!

Измерения фотографией позволяют узнать, куда и с какой скоростью движутся облака на высоте 80—82 километров. На такой высоте еще не был человек и ни один прибор, сделанный руками человека. Поэтому наблюдения за серебристыми облаками да еще за легкими следами, остающимися в атмосфере после полета метеоров, дают нам единственную возможность определить скорость и направление воздушных течений в верхних слоях атмосферы.

Оказалось, что на высоте 80—82 километров постоянно свирепствуют страшные штормы: скорость ветров там в среднем составляет 70—90 метров в секунду (это в три раза превосходит скорость самых свирепых наземных ураганов), а порой она доходит и до 200 метров в секунду.

Какова же природа серебристых облаков? Из чего они состоят?

По современным данным, на высоте 80—82 километров воздух в десять тысяч раз более разрежен, чем у земной поверхности. Поэтому обычные облака, состоящие из капелек воды или кристалликов льда, там находиться не могут. Раньше думали, что серебристые облака — это вулканическая пыль, выбрасываемая при извержениях, но потом было доказано, что и пыль так высоко залететь не может, да и никакого совпадения между появлением облаков и извержениями вулканов не наблюдается. В конце концов пришли к заключению, что серебристые облака — это массы космических пылинок, которые Земля встречает при своем движении вокруг Солнца. По расчетам, произведенным недавно в Московском астрономическом институте имени Штернберга, большое серебристое облако, охватывающее площадь в 50—100 тыс. квадратных километров, содержит лишь немного более килограмма пылинок! Размеры их очень малы — менее одной десятичной доли миллиметра в поперечнике, — и поэтому они как бы плавают в разреженном воздухе.

Очень яркие серебристые облака наблюдались 30 июня—2 июля 1908 г. Как раз 30 июня произошло падение громадного метеорита в Сибири, и возможно, что появление этих облаков было с ним связано. Облака тогда были видны в Ташкенте, на Черном море и в других местах, где они обычно не наблюдаются.

На высоте 80—82 километров физические свойства воздуха резко меняются — здесь, повидимому, находится граница двух различных слоев атмосферы, поэтому пылинки носятся именно тут, рассеивая солнечный свет. А так как синие лучи рассеиваются маленькими частицами сильнее красных, то облака кажутся синевато-серебристого цвета, откуда и пошло их название. Иногда их также называют «ночными светящимися облаками».

Видны они обычно летом, с мая по август, от трех до пяти раз в лето, иногда чаще.

За последние два десятилетия серебристые облака изучаются преимущественно советскими учеными. Изучение их очень важно для науки, а также для практического освоения стратосферы. Наблюдение облаков особенно хорошо производить у нас в СССР: этому способствуют громадные пространства нашей необъятной родины. Только за три последних года у нас было получено столько фотографий и других материалов, сколько в Германии за пятьдесят лет. Но мы должны, не останавливаясь на достигнутом, продолжать изучение этого замечательного явления.

Электрическое ухо

«Электрический глаз» — фотоэлемент — занял прочное место в современной технике. Он бракует, сортирует и считает сырье и изделия, регулирует температуру, скорость и яркость, включает и выключает освещение и машины.

Сейчас в помощь «электрическому глазу» изобретено «электрическое ухо».

Впервые его применил американский инженер, конструктор шаровых дробилок Гардинг.

Шаровые дробилки — это большие мощные машины для измельчения руд, минералов и других твердых материалов. Они состоят из большого стального барабана, внутри которого лежат тяжелые стальные шары. С одного конца в дробилку непрерывно поступают куски материалов, которые должны быть раздроблены в порошок. Барабан быстро вращается, шары внутри него перекатываются, прыгают, падают, разбивая и истирая поступающие в машину твердые куски. Размельченный материал высыпается из барабана сквозь особые отверстия.

Искусство управления шаровой дробилкой заключается в том, чтобы все время поддерживать барабан в меру наполненным. А судить о том, насколько он полон, можно только по звуку. Когда дробилка пуста, металлические шары бьются друг о друга, о стенки барабана и производят очень сильный шум. Если же барабан чрезмерно переполнен, то шары и куски измельчаемого материала не могут свободно перекатываться, и шум становится гораздо тише. Ясно, что в обоих случаях машина работает впустую. Самое выгодное наполнение находится где-то посередине.

Дело мастера — запомнить, какой шум производит дробилка при этом наиболее выгодном наполнении, и следить, чтобы он не ослабевал и не усиливался.

Но беда в том, что человеческое ухо быстро устает и теряет способность правильно оценивать силу звука.

Шум, казавшийся нормальным в начале работы, может показаться ослабевшим через несколько часов. Вот почему Гардинг стремился заменить слабое человеческое ухо неутомимым электрическим.

Сначала он просто поместил на дробилке микрофон и соединил его с точным прибором, автоматически измеряющим силу звука. Мастеру осталось только наблюдать за стрелкой и следить, чтобы она стояла на заданном делении циферблата.

Но скоро Гардинг решил, что выгоднее совсем отстранить людей от управления машиной и переложить его целиком на приборы. Для этого он простым и остроумным способом соединил «электрическое ухо» с органами управления дробилкой. Теперь, если звук становится громче (и, значит, барабан пустует), ток в «электрическом ухе» усиливается и приводит в действие регулятор подачи; поступление материала также усиливается, и барабан наполняется до нормы. Когда звук ослабевает, происходит обратное явление.

«Электрическое ухо» гораздо чувствительнее и внимательнее человеческого. Оно не утомляется, не отвлекается ничем и заставляет дробилку все время работать в самых выгодных условиях. Благодаря ему за одно и то же время, при том же расходе энергии дробилка перерабатывает значительно больше материала.

Но это еще только первый шаг. Нетрудно сделать такие автоматы, которые будут отзываться не на силу звука, а на высоту его, прерывистость, продолжительность. И, наверное, мы скоро увидим таких механических «инспекторов» и «управляющих» во многих областях техники — везде, где по звуку можно судить о работе машин.

Новый способ разрушения атомов

Ровно двадцать лет назад, в 1919 г., великий английский физик Резерфорд впервые разбил «неделимые» атомы и осуществил то, что еще недавно казалось совершенно невозможным, — превращение одних элементов в другие. Для этого он обстреливал атомы азота и других элементов альфа-частицами, т. е. ядрами атомов гелия.

С тех пор, на протяжении двадцати лет, физики неуклонно совершенствовали свое «вооружение», изобретали и строили новые «атомные пушки», изыскивали новые «атомные снаряды».

В качестве снарядов были применены протоны — ядра водородных атомов, дейтоны — ядра атомов тяжелого водорода «дейтерия», вдвое более тяжелые, чем протоны, и, наконец, альфа-частицы, в 4 раза более тяжелые, чем ядра атомов водорода.

В 1932 г. была открыта новая элементарная частица — нейтрон, равный по массе протону, но лишенный электрического заряда. Бомбардировка атомов нейтронами оказалась самой разрушительной: лишенные электрического заряда нейтроны легко проникают сквозь электронную оболочку атома и с неослабленной силой ударяют в ядро.

Но если физики высоко ценили нейтронные снаряды, то совсем непригодными для бомбардировки ядер считались самые легкие из частиц — электроны. По своей массе электрон в 1840 раз легче протона, в 3680 раз легче дейтона, а ослабляющий «пробойное» действие заряд у них такой же, как и у протонов.

В этом году сотрудники Нотр-Дамского университета (г. Индиана, США) с удивлением смотрели, как профессор Коллинз, доктор Молдмен и аспирант Полай готовили аппаратуру для бомбардировки металла бериллия... электронами.

Это делалось на основании теоретических работ профессора Юджина Газа, недавно доказавшего, что и электроны могут дро-

бить ядра атомов, если только им сообщить достаточно большую скорость.

Опыт проводился так. При помощи большого электростатического генератора — прибора, по существу подобного обычным школьным электрическим машинам, но неизмеримо более мощного, — был получен ток. Сила тока составляла всего 0,00001 ампера — в 50 тысяч раз меньше, чем в настольной электрической лампочке. Зато напряжение достигало 1720 тыс. вольт — в 15 тысяч раз больше, чем в той же лампочке. На пути разряда генератора была помещена пластинка бериллия толщиной в 0,4 миллиметра.

Через минуту оказалось, что поток электронов разбил около 5 млн. ядер атомов бериллия.

Каждое из этих ядер распалось на два ядра гелия и один нейтрон. Разрушивший ядро электрон оставался свободным, но уже не обладал прежней скоростью и энергией. Зато нейтрон вылетал из взорванного атома бериллия со скоростью, достаточной для того, чтобы в свою очередь разбивать другие атомы.

Таким образом впервые в истории физики было осуществлено разложение ядра атома потоком электронов, т. е. попросту электрическим током.

В чем же значение работы, проделанной в Индиане?

Она показала возможность «электроразложения» атомов и дала физикам новый метод и новое оружие для изучения строения и свойств атомов.

Кроме того, электроразложение может быть применено для добывания других атомных снарядов — нейтронов, которые, возможно, окажутся пригодными для получения внутриатомной энергии (см. статью проф. Алиханова «Взрыв атома» в № 7—8 «Знание—сила»).

Торпедный катер-автомат

В. ЗОСЕН

Построенная мною модель торпедного катера-автомата, которую вы видите на фотографии, самостоятельно выполняет боевые маневры: она на ходу сбрасывает торпеду и затем резко поворачивает в сторону, уходя от атакуемого корабля. Управление катером производится с помощью сменного фигурного диска, замедленно вращаемого через зубчатую передачу от гребного вала. При вращении этот диск воздействует на рулевой рычаг, который прижат к нему слабой пружинкой. В зависимости от фигуры диска руль будет по-разному отклоняться в стороны, соответственно изменяя этим направление движения модели.

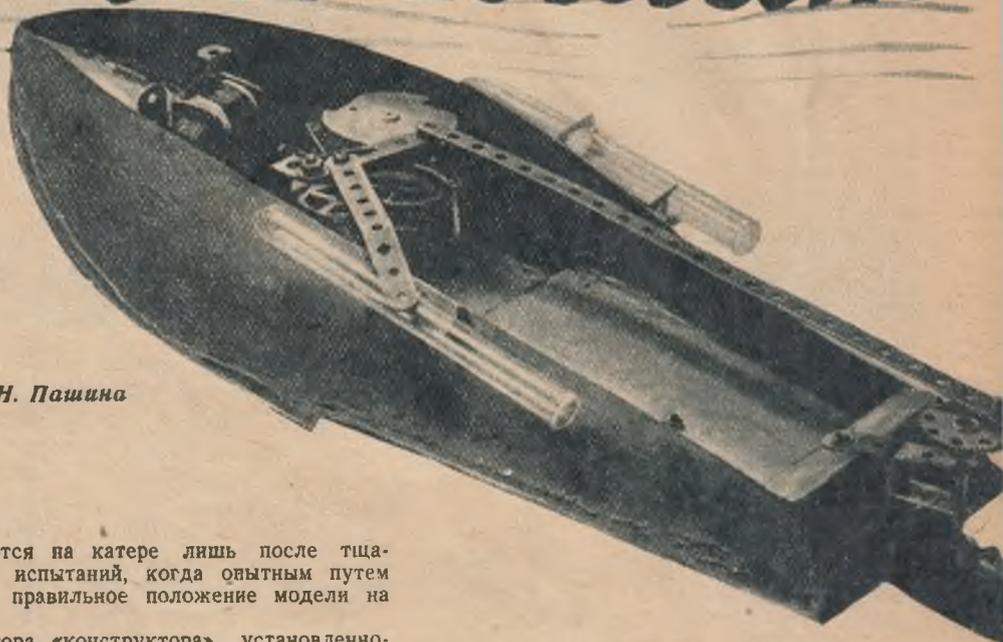
Если измерить, на какое расстояние передвигается модель при определенном числе оборотов гребного винта, то можно, зная угол поворота диска за это же время, заранее изготовить нужной формы диск и этим задавать модели любой желательный порядок движений.

При изготовлении модели надо добиться наименьшего трения между рулевым рычагом и фигурным диском. На конец рулевого рычага надевается свободно вращающееся колесико с желобком. При вращении диска это колесико легко катится по нему.

Картонный корпус нашей модели изготовлен по описанию глссера с самодельной паровой турбиной («Знание — сила» № 4 за 1936 г.). Катер приводится в движение электромоторчиком для «конструктора», работающим от переменного тока в 8—12 вольт или от постоянного тока напряжением в 4 вольта (такой ток дают две-три карманные батарейки, соединенные параллельно).

При предварительной наладке собранной модели можно пользоваться током от городской осветительной сети через понижающий 12-вольтный трансформатор. Только во время испытаний на воде мотор работает от батареек. Эти батарейки прочно за-

Фото Н. Пашина



крепляются на катере лишь после тщательных испытаний, когда опытным путем найдено правильное положение модели на воде.

С мотора «конструктора», установленного на нашей модели, громоздкие боковые щечки сняты и заменены двумя простыми угольниками из деталей «конструктора». Эти угольники, однако, не должны пружинить.

На ось электромотора надет червячный винт, который приводит во вращение шестерни механизма ходиков. При этом сменный диск надевается на ось минутной стрелки и закрепляется на ней гайкой. Червяк надвинут на ось мотора не до конца. В его отверстии остается еще место, куда плотно, с трением, вставляется штепсельная вилка, которая через гибкую пе-

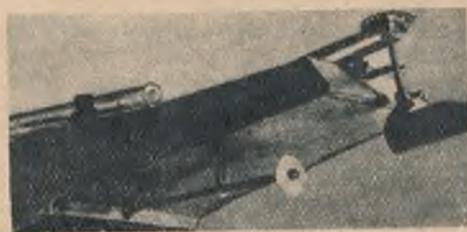
Гребной вал пропущен через редан, так как при этом значительно упрощается крепление сальника. Конструкция сальника — самое слабое место нашей модели, и юным техникам придется его доработать. На ступеньке редана закреплено обычное телефонное гнездо, через которое проходит ось с гребным винтом. Чтобы вода не проходила через сальник, на оси сделана небольшая проточка, в которую плотно наматывается пакля, густо смазанная вазелином.

Чтобы конец гребного вала при вращении не раскачивался, он проходит через отверстие металлической стойки.

Все изменения конфигурации фигурного диска передаются на рулевое устройство при помощи жесткой металлической тяги и двух рычагов. Применяя рычаги разной длины, мы можем при незначительном отклонении управляющего рычага сильно увеличить угол поворота руля. Такое же устройство может быть с успехом применено и для колесных моделей.

Сбрасывание торпеды производится в момент поворота руля направления: катер приближается к атакуемому объекту, нацеливается на него своим корпусом, затем, сворачивая в сторону, сбрасывает бортовую торпеду и удаляется. Сброшенная торпеда продолжает прямой путь катера и попадает в атакуемый корабль.

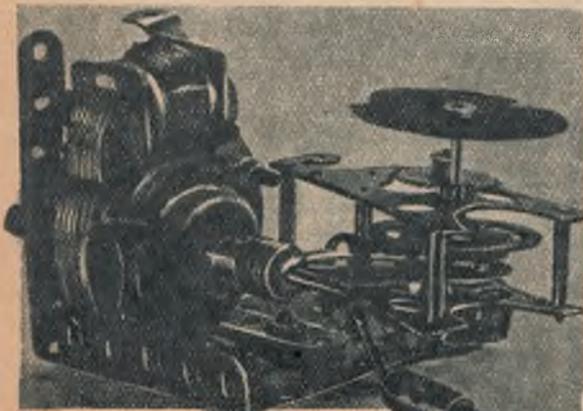
Сбрасывающее устройство смонтировано вместе с рулем поворотов и состоит из одной слегка пружинящей планки, поворачиваемой одновременно с рулем. Планка прижимает торпеду к держателям. В момент поворота руля она отходит в сторону и освобождает торпеду, которая вываливается из держателей.



редачу — проволочную спираль — вращает гребной вал.

Надо отметить, что шаг шестерни ходиков не сходится с червячным винтом «конструктора» и сочленение хорошо работает только при таком положении, когда шестерня слегка соприкасается с одним крайним витком червяка.

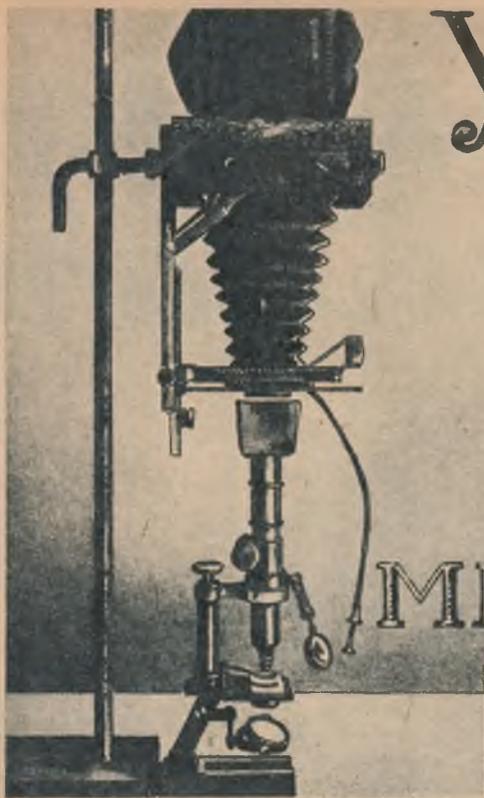
Весь механизм собран на одной металлической пластине от «конструктора» и прикреплен ко дну катера двумя болтиками. Это позволяет в случае нужды быстро вынимать все устройство.



УСТАНОВКА

для

МИКРОФОТОГРАФИИ



А. ДАУВАЛЬТЕР

Простую установку для микрофотографии без особого труда может изготовить всякий, имеющий в своем распоряжении обычный фотоаппарат и любой, хотя бы самый простой микроскоп — приборы, имеющие весьма широкое распространение.

Из фотоаппаратов вполне пригоден «Фотокор»; годятся также «Турист» и «ФЭД». Могут быть использованы и другие фотоаппараты. Микроскоп можно взять обычный, школьного типа, дающий увеличение в 100—300 раз или еще меньше. Нужно только иметь в виду, что на фотоснимке получается увеличение, примерно вдвое меньшее, чем при наблюдении глазом.

Чем больше увеличение микроскопа, тем труднее с ним работать и тем больше риска повредить этот прибор. У дорогих объективов очень легко выдавить нижнее стеклышко. Работа с большими увеличениями к тому же очень сложна. Поэтому на первое время можно ограничиться увеличением до 100—150 раз.

Все детали самодельной установки видны на рисунке в начале статьи. Слева — фотоаппарат, укрепленный на обычном лабораторном штативе высотой 75 см с помощью двойной муфты. Штатив и муфту можно приобрести в любом магазине лабораторного оборудования. Нужно лишь заказать слесарю (или изготовить самому) железный стержень длиной 15—20 см, имеющий на конце нарезку диаметром $\frac{3}{8}$ дюйма (по размеру нарезки фотоаппарата). На этом стержне укреплен фотоаппарат объективом вниз.

Весьма существенно, чтобы в фотоаппарат не мог попасть посторонний свет, помимо микроскопа. Это тем более возможно потому, что объектив фотоаппарата значительно большего диаметра, чем окуляр микроскопа. Надежное соединение обоих приборов можно обеспечить различными способами.

Можно сделать рукав из черной материи, который одним концом надевается на тубус (трубку) микроскопа, а другим — на объектив фотоаппарата. Другой способ показан на рисунке. Из черной бумаги делают коробку, которая внизу имеет круглый вырез точно по диаметру окуляра. Сверху коробка открыта, и в нее входит объектив фотоаппарата. При таком устройстве свет может попасть в фотоаппарат только через микроскоп.

Источником света служит обычная электролампа в 70—200 ватт. Желательно закрыть ее сверху каким-либо экраном, чтобы свет не попадал в глаза. Еще лучше поместить ее в деревянный ящик, имеющий спереди съемное матовое стекло, или наполненную водой колбу, которая служит собирательной линзой — конденсором.

Таково несложное устройство установки для микрофотографии. Работа с нею не менее проста.

Сначала отставляют штатив с фотоаппаратом в сторону и налаживают микроскоп, как обычно. При этом, конечно, заботятся о равномерном освещении всего поля зрения и о хорошей фокусировке микроскопа на рассматриваемый объект.

Затем осторожно, чтобы не сбить фокусировку, приставляют штатив с фотоаппаратом и, выдвигая мех, опускают объектив аппарата ближе к окуляру микроскопа, но не совсем вплотную, а примерно до расстояния 50—40 мм. Указатель растяжения ставят на пометку бесконечно-

сти, но допустимо и значительно большее растяжение меха. Фокусировка от этого не сбивается, по крайней мере для увеличения до 200—300 раз. Чем больше растянут мех, тем больше получаемое увеличение.

В обычных микрофотографических установках объектив фотоаппарата вывинчивается. В нашей установке объектив остается на своем месте. При этом уже не требуется новой фокусировки по матовому стеклу. Фокусировка сохраняется сама собою. При некоторых фотоаппаратах на матовом стекле видны блики, получающиеся вследствие многократного отражения света от линз объектива. Их легко избежать, несколько подняв вверх объектив фотоаппарата и выбрав подходящее расстояние.

Фотоаппарат должен находиться на одной вертикальной или горизонтальной прямой с микроскопом — оси их должны совпадать. Это легко можно проверить, наблюдая сверху, на матовом стекле, изображение объекта: круг поля зрения должен быть посередине матового стекла. Когда аппарат установлен, матовое стекло заменяют кассетой и производят съемку, как обычно, с помощью гибкого шнура-спуска. При этом, конечно, не должно быть ни малейших сотрясений установки. На доску штатива полезно положить несколько толстых книг для устойчивости.

Единственное затруднение — это правильное определение времени экспозиции. Здесь нельзя дать сколько-нибудь точные указания, так как экспозиция зависит от весьма многих обстоятельств, не поддающихся точному учету. Некоторые из них: сила света лампы, расстояние ее от микроскопа, наличие или отсутствие перед нею матового стекла, степень увеличения фото-

снимка, растяжение меха, оптические характеристики микроскопа и фотоаппарата и прочее. Можно лишь отметить, что с изменением увеличения в 2 раза время выдержки изменится в $2 \times 2 = 4$ раза, т. е. пропорционально квадрату увеличения, так как та же световая энергия распределяется на большую площадь. Все остальные условия (кроме увеличения) рекомендуется постоянно сохранять одинаковыми. Тогда, однажды подобрав правильное время выдержки, мы далее уже можем держать его стандартным. Без этого найти правильную выдержку очень трудно.

Время выдержки определяется пробными снимками. Для ориентировки укажем, что время выдержки выражается в минутах, обычно от 1 до 40 минут, в зависимости от условий. Фотопластинки можно взять обычные. Если снимки получатся недостаточно контрастными, рекомендуется испытать «репродукционные» пластинки. Фотобумагу лучше всего также брать «контрастную».

Автор этой статьи в домашних условиях получал микрофотографии с увеличением до 300—380 раз. Некоторые из полученных микрофото-снимков показаны здесь. Шкала с делениями, которую можно видеть



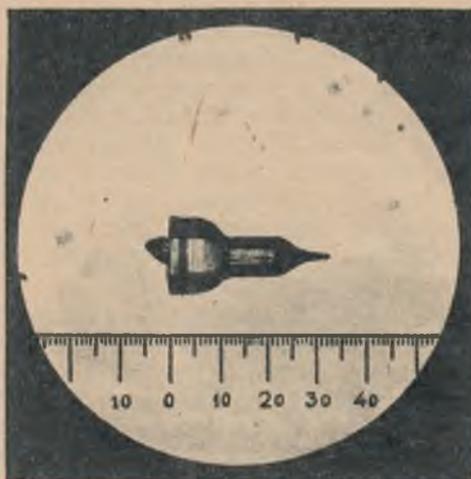
Микрофотография кристалла тридимита, образовавшегося в стекле во время выработки изделий. Такого рода кристаллы обычно являются признаком допущенных технологических ошибок при варке стекла, в данном случае признаком избыточного количества песка. Форма кристаллов дает указания о необходимых исправлениях технологического процесса. Увеличение — 378 раз.

на некоторых снимках, — это окулярный микрометр. Он служит для измерения размеров наблюдаемых предметов. Это небольшое стеклышко, на которое нанесены мелкие деления и которое вставляется в окуляр микроскопа. Приобрести его можно в оптическом магазине.

Что можно наблюдать и как подготовить образцы? Начинать, конечно, нужно с самого простого и лишь

постепенно переходить к более сложному. Начнем с тех объектов, которые наиболее легко фотографировать без сложной предварительной подготовки.

Для получения простейших образцов достаточно предметных и покровных стекол, лезвия безопасной бритвы и тонкой иголки, вделанной в деревянную ручку толщиной с карандаш. Предметные стекла можно нарезать самому из старых негативов, смыв предварительно желатиновый слой. Их обычный размер 25×75 мм при толщине около 1,5 мм. Покровные стекла много меньше и тоньше: обычно 16×16 мм при



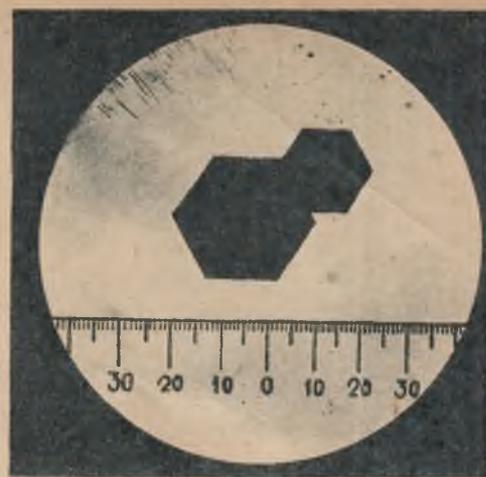
Кристалл сернистого кадмия. Увеличение — 170 раз.

толщине около 0,2 мм, что соответствует толщине плотной бумаги. И те и другие имеются в продаже в магазинах лабораторного оборудования.

Легче всего фотографировать контрастные объекты — такие, в которых под микроскопом видны темные или сильно окрашенные места наряду со светлыми, прозрачными. Бледные, со слабыми очертаниями, предметы, дающие одни полутона, фотографировать значительно труднее. Некоторые объекты полезно смочить каплей воды или глицерина.

Возьмите лапки различных насекомых: мухи, комара, бабочки, жука, таракана, блохи. Рассмотрите их при небольшом увеличении (30—50 раз), смочив каплей глицерина. Их устройство имеет много общего, свойственного всем вообще насекомым, и вместе с тем есть много видовых различий, зависящих от приспособления вида к условиям его жизни. Сфотографировать эти объекты нетрудно.

Для большей четкости снимков лапку можно прикрыть покровным стеклом, чтобы она вся оказалась в фокусе. Далее нужно взять несколько большее увеличение (около 100—150 раз) и сфотографировать только конечности лапок, которыми насекомое цепляется при ползании. Это очень интересный инструмент:



Микрофотография кристаллов селенистого кадмия. Увеличение — 163 раза.

с помощью его насекомые могут ходить по потолку.

Не менее интересно сфотографировать хоботок мухи, бабочки, комара и других насекомых. Они питаются различной пищей, и поэтому их ротовой аппарат также устроен различно. Коллекция микрофотографий может оказаться очень интересной иллюстрацией к теории Дарвина. Не забудьте только на каждом негативе надписать название насекомого, чтобы не перепутать их.

Тонкий срез (острой бритвой) с поверхности глаза мухи — очень интересный объект. Глаз мухи состоит из множества мелких глазков. Крылья и сяжки (усики) насекомых также могут быть объектами для микрофотографии.

Крылья бабочек покрыты тонкой цветной пылью, легко пристающей к пальцам. Под микроскопом, при увеличении в 100—200 раз, эта пыльца оказывается красивыми чешуйками причудливых очертаний. Это интересный и вместе с тем удобный (контрастный) объект для микрофотографии, особенно если взять бабочек разных пород. Интересен он еще и вот с какой стороны: на этих чешуйках имеется тонкая штриховка в виде ряда параллельных линий.

Этой штриховкой пользуются для испытания качества микроскопов, их «разрешающей силы» — способности передавать мельчайшие детали предметов. Некоторые породы бабочек имеют такую тонкую штриховку, что она различается только с помощью лучших микроскопов.

Если вам удастся получить на микрофотографии штриховку чешуек, это будет солидным и научно обоснованным доказательством хорошей работы микроскописта.

Все живые ткани, растительные и животные, состоят из клеток. Впервые эти клетки были открыты Гауком и Левенгуком в тонком срезе обыкновенной пробки. Правда, клетки пробки неживые, но изучение строения их помогло сделать даль-



Микрофотография кончика лапки насекомого. Можно видеть устройство хватательного аппарата, напоминающего клещи. Увеличение — 90 раз.

нейшие открытия. Срез пробки нужно взять как можно более тонкий и рассматривать наиболее тонкие его края. Попутно можно попытаться сделать срезы и с коры других деревьев.

Если тычинкой цветка коснуться предметного стекла, то на нем останется пыльца, которая служит для оплодотворения семян растения. Она имеет различный вид у разных растений.

Можно сделать тонкие срезы со стебля тыквы, с поверхности или середины луковицы, с листа любого растения и рассмотреть на них все, о чем рассказывается в учебнике ботаники. Интересно исследовать волоски на листе крапивы, обжигающие кожу. Они похожи на малень-

кие бутылочки и наполнены жгучей жидкостью.

Интересный объект — кровь животных. Она состоит из красных и белых кровяных телец. Только здесь нужно большое увеличение.

Животные ткани обычно подвергаются сложной предварительной обработке. Тонкие срезы их окрашивают различными красками. Такие препараты в готовом виде имеются в продаже.

В капле стоячей воды, взятой из пруда, канавы, аквариума или нарочно настоянной на сенной трухе, можно найти интереснейшие живые существа — инфузории. Наиболее часто встречающаяся инфузория — туфелька; это юркое, подвижное существо, сфотографировать которое очень трудно. Если каплю воды покрыть покровным стеклом и слабо прижать его сверху, удалив избыток воды пропускной бумагой, можно удержать туфельку на месте и заставить «позировать». Можно попробовать убить ее ничтожным количеством формалина.

На стеблях водорослей можно найти другую, не менее интересную инфузорию — сувойку. Она похожа на крошечный тюльпанчик, прикрепившийся к стеблю растения тонкой спиральной ножкой. Реснички, окружающие ротовое отверстие сувойки, быстро двигаются, гонят воду, ловят пищу. При опасности ножка-спираль быстро сжимается и прячет сувойку ближе к стеблю. Только не пробуйте фотографировать туфельку и сувойку, пока не приобретете опыт на более простых объектах.

Взяв нити различных тканей и рас-

чесав их ножом или иглой, можно произвести исследование текстильных изделий. Волокна шелка, шерсти, хлопка, льна имеют различное строение. Их можно отличить одно от другого, например узнать, имеется ли в шерстяной ткани примесь хлопчатобумажной. Попутно изучите строение тонкой папиросной бумаги, предварительно смочив ее каплей воды.

Весьма интересно изучить на предметном стекле законы роста кристаллов различных веществ. Для этого в каплю теплой воды надо бросить мельчайший кристаллик той или иной соли, дать ему раствориться и ватем вызвать кристаллизацию соли выпариванием части воды (поставив возле печи или лампы). Начавшийся рост кристаллов можно наблюдать под микроскопом, а по высыхании воды сфотографировать полученные кристаллы. Каждое вещество дает кристаллы присущей ему формы.

Очень интересно наблюдать замедленный рост кристаллов. Для этого вместе с солью надо бросить в каплю воды крупинку сахарного песка — для увеличения вязкости раствора. В этом случае кристаллы имеют несколько иной вид (скелетные формы роста), но сохраняют, конечно, свою кристаллографическую систему.

Мы перечислили едва ли даже тысячную долю того, что можно наблюдать под микроскопом. А все, что видит глаз, можно и сфотографировать. Только один объект фотографируется легче, другой — труднее. В этом вся разница.

ВЕСЫ ИЗ ЧАЙНОЙ ЛОЖКИ

В № 6 нашего журнала за этот год мы предложили юным фотолюбителям делать весы для развески химикалий по способу т. Перейбакова (г. Казань). Весы эти очень просты, и их легко может изготовить каждый.

Еще проще можно сделать весы из обыкновенной чайной ложки. Надо выбрать легкую, тонкую металлическую чайную ложку, припаять к ручке колечко для подвешивания весов, как показано на рисунке, и вырезать вдоль ручки сквозной паз шириной 1,5—2 мм (см. рисунок).

Для передвижной гирьки нужно взять небольшой металлический цилиндр, весом немного меньше 1 г, припаять к одному его концу

короткий стержень диаметром немного уже паза и, продев стержень в паз, припаять снизу пластинку, чтобы гирька не выпадала из паза ложки и в то же время легко передвигалась по всему пазу.

Теперь остается нанести шкалу на ручку ложки вдоль паза. Для этого надо достать соответствующие разновесы, класть их в ложку, постепенно увеличивая, скажем, на-

чиная от 1 г, и передвигать гирьку от подвешенного кольца к концу ручки, отмечая линии шкалы.

Для большей точности при развеске рядом с подвесным кольцом можно припаять стрелку из стальной проволоки длиной 40—45 мм. Стрелка припаяется сбоку от кольца и должна при равновесии находиться на одной линии с ниткой, на которой подвешены весы.

