

ленькими рогами превратились в современных баранов.

Но история жизни на земле учит, что предки баранов сами имели предков — совсем безрогих животных. Мы знаем теперь также, что у баранов и у других современных млекопитающих, покрытых шерстью, предки были бесшерстными. Как и рога, шерсть, которая служит животным надежной защитой от холода, возникла постепенно, в результате естественного отбора.

У современного барана сильные ноги с острыми копытцами, которыми горный баран прекрасно цепляется за каждый камушек. Но у далеких предков барана, у первых наземных позвоночных, у стегоцефалов, были слабые ноги — такие слабые и неуклюжие, что ходить на них было почти невозможно. Стегоцефалы ползали, извиваясь, как змеи, а за их туловищем волочились ноги. А еще раньше, за миллионы лет до стегоцефалов, жили безногие позвоночные.

Итак, на примере баранов мы видим, что современные животные прекрасно приспособлены к жизни: у них есть рога для защиты от врагов, есть шерсть для защиты от холода, есть быстрые ноги и сильное сердце.

А у предков баранов не было шерсти, не было ног, и даже маленькие рожки не украшали их голов. Не было у них глаз и ушей,



Боковые складки у первых позвоночных...

тоже развившихся постепенно. Безрогое, бесшерстое, безногое, безголовое, какое-то бесформенное, беспомощное, нелепое существо породило замечательно ловких и сильных современных животных. Но как же жило это странное существо?

Многие последователи Дарвина описывали тысячи удивительных приспособлений, полезных в битве за жизнь у современных животных, но ничего не могли сказать о том, как жил древний чудовищный зверь, не обладавший никакими полезными признаками.

Надо сразу сказать, что ни в темных глубинах океана, ни в тропических лесах, ни на горных вершинах никому из ученых не удалось найти ничего похожего на такого зверя. Наоборот, даже наиболее простые по своему устройству самые древние позвоночные животные, вплоть до маленького ланцетника, оказались неплохо приспособлен-

ными к условиям жизни. И среди древнейших окаменелостей, среди остатков животных на камнях не нашлось ни одного намека на существование бесформенного и беспомощного чудовища. Но, с другой стороны, если ноги развились постепенно, то значит — обязательно когда-то существовало безногое животное; если Дарвин прав, говоря, что шерсть развилась постепенно из чешуйчатого покрова животных, то значит были когда-то бесшерстные звери. Так, как бы спускаясь по ступенькам все ниже и ниже — от самых совершенных животных к самым простым, мы неизбежно добираться понемногу до нашего странного зверя.

Когда и как жил этот зверь — неизвестно. Его описывали под именами «первичное млекопитающее» или «первичное позвоночное». И



...начали делиться...

никто не знал, как быть с этой зоологической несуразностью.

Чудовищный зверь причинял биологам массу неприятностей. В самом деле, по теории Дарвина, полезные свойства и признаки, даже мало заметные, но дающие преимущество в борьбе за существование, закрепляются естественным отбором. Постепенно накапливаясь, ничтожные отличия могут привести в конце концов к тому, что слабые ноги станут сильными, короткие рога — длинными. Но как объяснить, например, переход от совершенно безрогого зверя к рогатым? Вот у безрогого предка барана появился крохотный вырост на лбу, похожий на выросты, которые появляются у месячных телят. Такой бугорок не годится для того, чтобы забодать волка. Таким бугорком не напугаешь даже чужого барана, не отгонишь его от стада. Какую же пользу приносили предкам баранов крохотные, ни к чему не пригодные рожки? Почему естественный отбор закрепил развитие рогов, если на первых порах рога были бесполезны?

А ноги! Вы подумайте сами, даже стегоцефалы, у которых были уже настоящие ноги с пятью хорошо развитыми пальцами, еще не могли как следует ходить. Какую же пользу могли принести ноги предкам стегоцефалов? Вот где-то сбоку тела у

безногого прародителя позвоночных появился вырост в два сантиметра длиной. Разве можно на таком выросте убежать от врага? Ясно, что на первых порах ноги не приносили животным никакой пользы. Но в таком случае естественный отбор не мог отбирать животных с крохотными ногами, потому что естественный отбор закрепляет только полезные признаки. Откуда же тогда взялись ноги позвоночных животных, как стали они полезными,



...и с течением веков превратились в плавники.

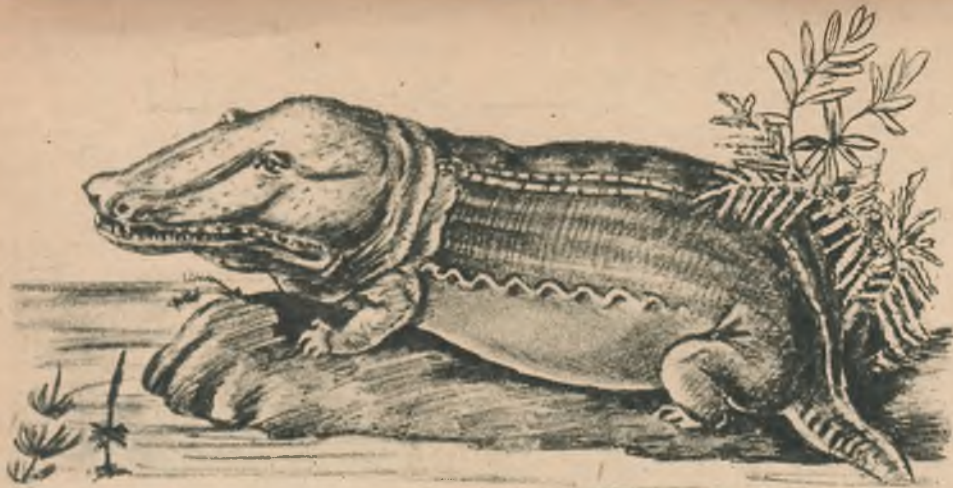
почему выросли из ничемных отростков — всего этого, повидимому, не может объяснить теория Дарвина. «Какое значение имеет ваша теория, — спросили у Дарвина, — если образование самых важных признаков вы не можете объяснить?» И Дарвин признал, что ему задали очень серьезный и трудный вопрос.

Жирафа — животное длинношеее

Вопрос о том, как возникают новые органы, если вначале они не приносят животным никакой пользы, задал Дарвину английский зоолог Майварт. Но Майварт не ограничился рассуждениями о появлении новых органов у чудовищного «первичного млекопитающего». По мнению Майварта, нельзя объяснить теорией естественного отбора и строение гораздо более симпатичного зверя — длинношейей жирафы. Жили-были звери — большие и маленькие, — рассуждал Майварт. — Питались они травой, и вдруг у одной породы зверей шея начала удлиняться. Почему? По Дарвину, дело обстоит так: в засушливые годы, когда нехватало травы для всех животных, многие из них гибли от голода. Но те, у которых шея была немного подлиннее, дотягива-



Некоторые древние рыбы приспособились к ползанию по дну.



У стегоцефала были слабые, неуклюжие лапы.

лись до нижних веток деревьев и питались листьями. Постепенно естественный отбор создал животных с удивительно длинной шеей. Но правильно ли это рассуждение Дарвина? Конечно, очень хорошо питаться в засушливые годы пышными кронами деревьев. Но в те далекие времена, когда шея у предков жирафов была лишь немного длиннее, чем у других животных, и они не могли дотянуться до кроны, — разве могли их спасти от голода жалкие листочки, свисавшие с нижних ветвей деревьев?

А если уж Дарвин и прав, — писал Майварт, — и удлинение шеи на два дюйма спасает животных от голодной смерти, то почему длинная шея не украшает теперь всех африканских травоядных животных?

Дарвин подробно ответил на эти вопросы Майварта. Он описал южноамериканских коров «ньята», которые в силу особого уродливого устройства своей челюсти не могут питаться высоким камышом и листьями деревьев и гибнут поэтому во время засух, в то время как обыкновенные коровы переживают засухи, объедая листья. Значит, жалкие листочки, свисающие с нижних ветвей деревьев, могут прокормить некоторое время даже таких крупных животных, как коровы.

Дарвин описал и английские пастбища, на которых растут деревья с низкими ветвями, как бы подчищенными или подрезанными до одного уровня, — так их обгрызают лошади и крупный рогатый скот. Какую же пользу на таких пастбищах может принести небольшому животному, например овце, даже необыкновенно длинная шея, если самая обыкновенная лошадь обгрызает начисто все нижние ветки? Стало быть, только для крупных животных имеет значение удлинение шеи. И действительно, кроме жирафы, длинная шея (хотя, правда, не такая длинная, как у жирафы) есть и у лам, и у верблюдов, и у многих других крупных травоядных животных. А у слона длинную шею заменяет хобот.

Остроумные и убедительные ответы дал Дарвин и на многие другие возражения и вопросы Майварта. Он объяснил, как возникли у кита тонкие пластинки во рту, как образовались молочные железы у млекопитающих животных. Дарвин объяснил множество частных случаев возникновения новых органов, но этого было мало. Надо было найти общий ответ, надо было понять, как возникали новые органы у чудовищного прародителя млекопитающих животных и в тех случаях, когда первые зачатки их органов не могли приносить никакой пользы.

Такой общий ответ был найден одним из последователей Дарвина — крупным немецким ученым Дорном.

Образование конечностей

На берегу Неаполитанского залива высится здание самой большой и самой лучшей в мире морской биологической станции. Эту станцию основал в 1874 г. Антон Дорн. Тщательно изучая жизнь моря, этой колыбели первых позвоночных животных, Дорн надеялся выяснить, каким образом они возникли, как образовались органы, свойственные позвоночным, — спинной хребет, парные, сложно устроенные конечности, череп, почки, жабры и легкие.

Каждый из этих вопросов был очень сложен. По поводу каждого предположения Дорна разгорались поэтому горячие споры. И спор о происхождении конечностей у позвоночных животных, на котором мы хотим здесь остановиться подробнее, затянулся до наших дней.

Самые древние ноги — это плавники рыб. В плавниках рыб, как и в ногах наземных животных, есть костный скелет и мускулы. Известны рыбы, которые ползают по дну, опираясь на плавники. Палеонтологи по окаменелым остаткам древних рыб проследили путь превращения плавников в неуклюжие ноги стегоцефалов — первых наземных позвоночных животных.

Но происхождение самих плавников долго оставалось загадочным. Где-то в неведомых глубинах земли скрываются остатки переходных форм между чудовищным зверем и рыбами. Кто извлечет их из подземных склепов? Кто обнаружит в морской пучине животных, у которых уже есть плавники, но такие маленькие, что с их помощью не переплывет лужи и простой пескарь? Кто ответит на вопрос Майварта о том, как возникли у чудовищного зверя ноги?

Дорн, советский ученый — акад. Шмальгаузен и многие другие ученые десятки лет изучали вопрос о происхождении плавников и установили, что плавники образовались из особой боковой складки первобытных позвоночных животных. Эта складка тянулась вдоль всего тела и помогала животным удерживаться в воде. Она увеличивала их площадь опоры на воду, их поверхность. Из боковых складок в течение миллионов лет возникли плавники. Но как это случилось?

Боковые складки сами образовались постепенно. Всякое, даже самое незначительное увеличение боковой поверхности тела помогало неуклюжим первобытным позвоночным животным удерживаться в воде. А естественный отбор приводил к тому, что выживали и принесли потомство животные со складками более широкими, чем у других животных. Постепенно сбоку тела образовалась большая, широкая складка из кожи.

Но чем длиннее становилась кожная складка, тем больше она напоминала тряпку, болтающуюся сбоку тела животного. Принести животному пользу, помочь ему удержаться в воде могла только прочная складка — складка, имеющая твердый скелет. И снова вступил в



Крыло летучей мыши содержит те же кости, что и лапы стегоцефала.

действие естественный отбор, и из сотен миллионов рождающихся животных стали выживать и оставлять потомство только те, у которых внутри складок соединительная ткань затвердела, образуя скелет.

Постепенно боковые складки стали прочными, упругими опорами. Но жизнь предъявила к ним новые требования. Плотные боковые складки сковывали животное, лишали его подвижности. И поэтому естественный отбор с течением времени сохранял только тех животных, у которых в боковых складках появлялись мышечные волокна (эти волокна прорастали в кожу складок из боковых мускулов рыб). Складки, обладавшие мускулами, приобретали подвижность. Они не мешали больше двигаться животным, а наоборот, помогали им в этом. Меняя положение складок, первобытные позвоночные животные управляли своим движением. Плотные, гибкие и подвижные складки — это уже было переходной ступенью к настоящим плавникам рыб, а отсюда — и к ногам наземных животных.

Итак, боковые складки были сначала простой опорой для животных, потом они стали помогать рыбам передвигаться, и тогда особенно сильно развились головные и хвостовые части этих складок, превратившись в плавники. Чем дальше от середины тела расположены плавники, тем легче с их помощью управлять движением тела. Этому учит закон рычагов в физике. Это знает каждый конструктор дирижаблей и аэропланов: рули глубины, управляющие полетом воздушных кораблей так же, как плавники управляют движением рыбы, никогда не помещаются в средней части дирижаблей, а располагаются ближе к хвосту.

Когда изменились функции, когда изменилась работа, выполняемая боковыми пластинками, изменилась и их форма. Ровные боковые пластинки превратились в плавники. А когда изменились функции плавников и они стали служить для передвижения по дну, естественный отбор, сохраняя животных, конечности которых были лучше приспособлены к передвижению по твердому дну, снова изменили форму органа, превратив плавники в ноги.

Когда меняются функции органа, меняется и его форма. И не так-то просто теперь разобрать, что стройные ноги лошади, крылья птиц и плавники рыб — это все невероятно измененные остатки прежней боковой пластинки, тянувшейся вдоль всего тела первых позвоночных животных.

Гибель

чудовищного зверя

В этой последней главе нашей повести о чудовищном звере он умрет — умрет необычной смер-



У крупных африканских животных длинные шеи.

тью. Гибель чудовищного зверя будет такой же странной, как и его жизнь, как его строение.

Но, прежде чем прочитать о трагической гибели странного зверя, вспомним, как появились на земле современные позвоночные животные.

У древнейших, «вторичноротых» червей, от которых произошли позвоночные животные, сотни миллионов лет тому назад появилась спинная струна, хорда, зачаток будущего позвоночного хребта. Постепенно у первых позвоночных животных образовались боковые пластинки; потом, как мы уже знаем, боковые пластинки исчезли. Длинные хищные рыбы населили морские глубины; подвижные плавники направляли стремительное движение рыб. А затем где-то на дне моря одна из пород рыб приспособилась к донному образу жизни: плавники превратились в ноги. И вот неуклюжие стегоцефалы двинулись на завоевание нового мира — земли и воздуха.

Сменились одна за другой геологические эпохи, появились и исчезли с лица земли леса из древовидных папоротников, надвинулись на Европу и Азию ледники и вновь отступили. Скутозавры, атлантозавры, ихтиозавры, меритерии и мастодонты населяли землю и вымерли. Вечный поток жизни, вечная смена форм унесет в прошлое и современных нам зубров, гиббонов, слонов и носорогов... Но хватит. Прервите ваш бег по эпохам и эрам и ответьте на вопрос: куда делся чудовищный зверь?

Удивительное дело: в промелькнувшей перед вами истории жизни на земле не нашлось места чудо-

вищному зверю. Почему? Да просто потому, что чудовищного зверя никогда не существовало в действительности. Мы решили, что он был. Мы пришли к такому ошибочному заключению, рассуждая о том, как появлялись новые органы. Мы думали с вами, что ноги так сразу и выросли когда-то в виде крохотных ног, а оказалось, что ноги образовались из других органов — из боковых пластинок. И безногие звери вовсе не были беспомощными существами: боковые пластинки до поры до времени служили им хорошую службу.

И глаза, и уши, и кожа современных млекопитающих вовсе не появились сразу на теле беспомощного чудовища. Нет, наши органы чувств, например, развились из нервно-мышечных клеток, которые воспринимали только механические раздражения и прикосновения, но в свое время были очень полезны животным. У всех животных всегда были полезные органы. Но эти органы в течение миллионов лет меняли свои функции и до неузнаваемости перестраивались и изменялись.

Закон смены функций открыл Антон Дорн. И когда ученым стало ясно, что новые органы появляются не всегда сразу, а часто возникают из других органов, страшный чудовищный зверь умер, растаял, исчез, как исчезают призраки. А учение Дарвина о естественном отборе стало еще убедительнее, еще интереснее и глубже, чем оно было раньше.

Лучи профессора Гурвича

Сны с корешком лука

Шестнадцать лет назад в научном мире произошло событие, глубоко заинтересовавшее биологов и физиков. Советский ученый-физиолог проф. Гурвич открыл, что в организме растений и животных возникают и действуют какие-то невидимые лучи.

Дело было так. Гурвич искал причины деления клеток. Известно, что клетки не размножаются непрерывно. После своего возникновения каждая молодая клетка некоторое время растет, потом наступает период покоя, во время которого никаких видимых изменений в ней не происходит. Но вот через более или менее продолжительное время клетка, как будто «ни с того ни с сего», начинает делиться пополам. Вместо одной получается две новых. Почему это происходит? Какой толчок выводит клетку из состояния «покоя» и заставляет ее делиться?

Много сложных исследований проделал проф. Гурвич, пока не убедился, что этот толчок дается клетке извне, какой-то внешней силой, находящейся, однако, где-то тут же в организме. А раз это так, то, очевидно, можно подыскать такие условия, при которых эта сила выдаст себя, укажет свое местопребывание.

И вот Гурвич стал подыскивать такие условия. Решающую роль в этих поисках сыграл лук, самый обыкновенный лук, который мы употребляем в пищу. Профессор рассудил так: корешки лука растут чрезвычайно быстро, а это значит, что в них происходит очень интенсивное деление клеток. Следовательно, и сила, заставляющая их делиться, здесь должна быть особенно ярко выражена.

Гурвич взял один луковый корешок и укрепил его вертикально. Другой корешок вместе с луковицей он расположил горизонтально, так, что самый кончик его был направлен прямо в середину вертикального корешка, но не прикасался к нему. Через несколько часов профессор снял вертикальный корешок и тщательно исследовал его под микроскопом. Оказалось, что в том месте, на которое был направлен кончик другого корешка, было гораздо больше делящихся клеток, чем во всех других местах.

Много раз в различных вариантах был повторен этот опыт; ре-

Ю. ДОЛГУШИН



Слева — личинка морского ежа, облученная митогенетическими лучами. Справа — нормальные личинки.

зультат получался тот же. Конечно, Гурвич еще и раньше, на основании своих предварительных исследований, был уверен, что именно какие-то лучи вызывают клеточное деление. Но доказал ли это опыт с луковым корешком? Ведь могло случиться, что эффект получается под действием летучих газообразных веществ, исходящих от кончика корешка.

Чтобы проверить это, Гурвич поместил между двумя корешками тонкую пластинку из кварцевого стекла. И тем не менее эффект был тот же: как раз против кончика корешка количество делящихся клеток увеличилось.

Существование лучей, действующих на расстоянии, теперь не подлежало сомнению. Гурвич назвал их лучами митогенетическими, то есть вызывающими деление клеток (митоз — деление клетки).

«Химический рентген»

Весть об открытии биологических лучей вызвала целую бурю исследований. Сотни ученых во всех стра-

Пучок митогенетических лучей разлагается кварцевой призмой на составные части.



нах мира стали изучать проблему митогенетического излучения. И это понятно. Всем было ясно, что тут дело не в луковом корешке и не в клеточном делении, что это — только первые признаки какого-то совершенно нового пласта важнейших явлений в органическом мире, еще неизвестных науке.

Предстояло узнать, что это за лучи, какова их природа, происхождение, интенсивность, роль в организме.

Новые интереснейшие факты появлялись один за другим. Вместо корешка лука стали пользоваться в качестве детектора (обнаружителя) излучения гораздо более удобным и точным биологическим «инструментом» — культурой дрожжевых клеток, размножающихся в жидкой питательной среде. В некоторых случаях такой «прибор» улавливал митогенетические лучи на расстоянии до 5 сантиметров! За сравнительно короткое время было найдено большое количество новых источников митогенетических лучей: бактерии, инфузории, корешки фасоли и подсолнечника, яйца морских ежей, мышцы животных, их кровь, роговица глаз, нервы, раковые опухоли и другие.

Обилие и разнородность источников излучения чуть было не сбили с толку исследователей, тем более, что очень часто попадались такие источники, которые то излучали, то вдруг оказывались лишенными всяких признаков излучения. И почему это получалось — трудно было понять. Становилось все более ясным, что лучи появляются в результате каких-то химических взаимодействий. Тогда стали исследовать различные химические процессы.

И вот оказалось, что если над культурой дрожжевых клеток поставить стаканчик с кварцевым дном и, налив воды, растворять в ней обыкновенную поваренную соль, то через кварц пойдут лучи: клетки дрожжей начнут усиленно делиться. То же самое получалось при растворении металлов в кислотах, при действии кислот на щелочи и при ряде других реакций. Наконец выяснилось: всякий химический процесс, при котором выделяется энергия, может служить источником митогенетических лучей.

Открытие проф. Гурвича застало врасплох современную физику. У нее не оказалось такого чувстви-

тельного прибора, с помощью которого можно было бы уловить, измерить и вообще изучать митогенетические лучи: настолько они были слабы по своей мощности. Но эта слабость несколько не мешала живым клеткам бесцельно делиться, когда на них попадали лучи от соседних делящихся клеток. Пришлось Гурвичу и его последователям изобретать, как мы уже видели, «биологические приборы».

И нужно сказать, что биологи блестяще справились со своей задачей. Пользуясь вначале такими «приборами», как луковый корешок, культура дрожжей, они не только определили природу невидимых лучей, но даже разложили эти лучи на их составные части — совершенно так же, как мы посредством стеклянной призмы разлагаем солнечное излучение на составляющие его разноцветные лучи.

Все известные нам виды лучистой энергии представляют собой электромагнитные колебания, волны. Возьмем ли мы свет, тепловые лучи, радио, рентгеновы лучи или гамма-лучи радия — все это по своей природе одно и то же. Различаются они между собой только частотой, то есть количеством колебаний в секунду.

Может показаться невероятным: каким образом один и тот же физический процесс порождает явления, столь разнородные по своим свойствам и формам? Однако на самом деле тут ничего невероятного нет. Мы знаем в природе много примеров того, как изменения чисто количественные приводят к новому качеству. Так, от количества колебаний струны в секунду зависит тон звука. Изменение скорости движения молекул мы воспринимаем как тепло и холод, как превращение газа в жидкость, и наоборот. Точно так же и электромагнитные колебания различных частот мы воспринимаем, как самые разнородные физические явления.

Если колебания совершаются 750 миллиардов раз в секунду, то мы видим фиолетовый свет. Если уменьшить постепенно скорость колебаний вдвое (до 375 миллиардов в секунду), перед нами пройдут все цвета солнечного спектра, и наконец мы увидим красный свет. Уменьшим еще — получатся невидимые тепловые, или инфракрасные, лучи. При дальнейшем уменьшении мы обнаружим радиоволны — сначала короткие, потом длинные, на которых мы слушаем передачи радиовещательных станций (около 300 тыс. колебаний в секунду).

А если мы будем не уменьшать, а увеличивать количество электромагнитных колебаний в секунду, то получим: сначала невидимые ультрафиолетовые лучи, потом рентгено-

вы, затем гамма-лучи радия и, наконец, самые «быстроволновые» из известных науке — космические лучи.

Таков в общих чертах спектр лучистой энергии.

Когда Гурвич открыл митогенетические лучи, он сейчас же стал искать им место в этом спектре. Первые же опыты показали, что митогенетические лучи свободно проходят через кварцевую пластинку и не проходят через стекло. Кварцевая пластинка, покрытая тонким слоем желатина, тоже задерживала лучи. Это указывало на то, что митогенетические лучи родственный ультрафиолетовым, которые обладают точно такими же свойствами. Но обычные ультрафиолетовые лучи, например те, которые могут быть получены с помощью ртутной лампы, не вызывают усиленного деления клеток, как митогенетические. Значит, это не совсем одно и то же.

Начались кропотливые изыскания, в результате которых место митогенетических лучей в спектре было найдено. Оно оказалось в самом «быстроволновом» конце участка, занимаемого ультрафиолетовыми лучами, почти на границе с рентгеном. Это полоса частот от 1,25 до 1,5 триллиона колебаний в секунду.

Позднее был найден и физический источник этих быстрых колебаний: в спектре вольтовой дуги были обнаружены лучи, вызывающие усиленное деление клеток.

Таким образом, мы теперь знаем, какова природа излучения, открытого Гурвичем. Это — электромагнитные волны очень высокой частоты, близкие к ультрафиолетовым.

Митогенетические лучи оказались способными, проходя сквозь кварцевую призму, разлагаться на свои составные части, давать свой спектр. Пользуясь этим свойством, ученые установили, что каждая из основных биохимических реакций — например процесс распада белка (так называемый протеолиз), процесс распада углеводов (гликолиз) и другие — дает свои характерные митогенетические лучи с совершенно определенной частотой колебаний.

Это очень важное открытие. Оно дает возможность узнать, какие химические процессы происходят в здоровом или больном органе животного, даже не прикасаясь к нему. Для этого достаточно просто наблюдать излучение того или иного органа в естественных условиях. Можно сказать, что митогенетическое излучение станет как бы «химическим рентгеном» для медицины. Рентгеновы лучи дают возможность видеть формы внутренних органов, а митогенетические лучи раскроют их химию, их внутреннее содержание.

Изучение проблемы митогенетического излучения обнаружило много новых, подчас совершенно неожиданных фактов.

Французские ученые, супруги Магру, исследовали, как действуют митогенетические лучи на развитие личинок морского ежа. Оказалось, что при продолжительном воздействии лучей нормальное развитие личинок резко нарушается, появляются уродливые карликовые формы, лишенные конечностей. Зато в других случаях, например с плесневыми грибами, наблюдалось ускорение развития.

Исследователь Бляхер обнаружил, что эти лучи благотворно влияют на заживление ран. Он вырезывал треугольные отверстия в хвостах головастиков и затем половину их подвергал воздействию лучей. У облученных головастиков нарушенная ткань восстанавливалась быстрее, чем у необлученных.

Очень много исследований было посвящено излучению крови. Выяснилось, что оно очень чутко реагирует на малейшие изменения в обмене веществ, в общем состоянии организма. У голодных животных кровь перестает излучать. Итальянец Протти и немец Гейнеман наблюдали то же у сильно одряхлевших стариков.

Физиолог Брайнес, обследовав большое количество рабочих завода «Электросила», убедился, что после первых же часов работы митогенетическое излучение крови ослабевает, а после семичасового рабочего дня исчезает вовсе. Один-два часа отдыха вновь полностью восстанавливают излучение. Кровь рабочих, вернувшихся из двухнедельного отпуска, показывает повышенное излучение.

Большинство болезней — тиф, туберкулез, менингит и другие — не отражается на излучении крови. Но замечено, что при раке иногда еще в самом начале возникновения опухоли излучение крови полностью прекращается. Это, возможно, позволяет распознавать страшную болезнь в самом начале, когда она еще не так опасна.

Наука о невидимых лучах, возникающих и действующих в организме животных и растений, делает только первые шаги. Многое еще остается неясным. Многочисленные факты, подобные только что приведенным, часто непостоянны, иногда противоречивы, и понять их смысл, установить точные законы митогенетического излучения бывает пока невозможно. И тем не менее эти же факты говорят о том, что наука вплотную подошла к механизму неизвестного до сих пор биологического явления, овладев которым мы сможем глубоко проникнуть в тайны живого организма.

Теория относительности Альберта Эйнштейна

ПРОФ. Л. ЛАНДАУ

(Окончание¹)

Рис. Н. Смольянинова

Время относительно

В предыдущем номере мы показали, какие необыкновенные выводы должны были сделать физики из опыта Майклсона. Мы рассмотрели пример с воображаемым пароходом, на котором по световому сигналу открываются две двери, и установили поразительный факт: с точки зрения наблюдателей на пароходе двери открываются в один и тот же момент, а с точки зрения наблюдателей на пристани — в разные моменты.

То, к чему человек не привык, кажется ему невероятным. Случай с дверями на пароходе кажется совершенно невероятным потому, что мы никогда не двигались со скоростью, даже отдаленно приближающейся к баснословному числу в 240 тыс. километров в секунду. Но надо учесть, что явления, происходящие при таких скоростях, могут сильно отличаться от тех, к которым мы привыкли в повседневной жизни.

Разумеется, на самом деле пароходов, передвигающихся со скоростями, близкими к скорости света, не существует. И в действительности никто никогда не наблюдал такого случая с дверями, какой описан в нашем примере. Но сходные явления, благодаря современной высокоразвитой экспериментальной технике, безусловно обнаружить можно. Напомним, что пример с открывающимися дверями построен не на отвлеченных рассуждениях, а исключительно на твердо установленных фактах, полученных путем опыта: опыта Майклсона и многолетних наблюдений над свойствами света.

Итак, именно опыт привел нас к бесспорному выводу, что понятие одновременности двух событий не абсолютно. Прежде мы считали, что если два события произошли в какой-либо лаборатории одновременно, то и для всякой другой лаборатории они будут одновременными. Теперь же мы выяснили, что это справедливо только для лабораторий, покоящихся относительно друг друга. В противном случае события, одновременные для одной лаборатории, произойдут для другой в разное время.

Отсюда вытекает, что понятие одновременности — понятие относительное. Оно приобретает смысл лишь при указании, как движется лаборатория, из которой события наблюдаются.

В начале статьи мы говорили о двух путешественниках, ежедневно являвшихся в вагон-ресторан экспресса. Путешественники были уверены, что они встречаются все время в одном и том же месте. Мужья же их утверждали, что они встречались каждый день в новом месте, удаленном от предыдущего на тысячу километров.

И те и другие были правы: относительно поезда путешественники встречались действительно в одном и том же месте, относительно же плотная железная дорога — в разных местах. Этот пример показал нам, что понятие пространства — понятие не абсолютное, а относительное.

Оба примера — о встрече путешественниц и открывании дверей на пароходе — подобны друг другу. В обоих случаях речь идет об относительности, и встречаются даже одинаковые слова: «в один и тот же» и «в разные». Только в первом примере говорится о местах, то есть о пространстве, а во втором — о моментах, то есть о времени. Что же отсюда вытекает?

То, что понятие времени так же относительно, как и понятие пространства.

Чтобы окончательно убедиться в этом, видоизменим несколько пример с пароходом. Предположим, что механизм одной из дверей в неисправности. Пусть из-за этой неисправности люди на пароходе заметят, что передняя дверь открылась на 15 секунд раньше задней. А что увидят люди на пристани?

Если в первом варианте примера передняя дверь открылась для них на 40 секунд позже задней, то во втором варианте это произойдет лишь на $40 - 15 = 25$ секунд позже. Получается, таким образом, что для людей на пароходе передняя дверь открылась раньше задней, а для людей на пристани — позже.

Итак, то, что для одной лаборатории было раньше, относительно другой произошло позже. Отсюда ясно, что понятие самого времени — понятие относительное.

Это открытие было сделано в 1905 г. двадцатипятилетним физиком Альбертом Эйнштейном. До того человек представлял себе время абсолютным — всюду в мире одинаковым, независимым ни от какой лаборатории. Так некогда люди считали одинаковым во всем мире направления верха и низа.

И вот время постигла судьба пространства. Оказалось, что выражение «в одно и то же время» имеет не больше смысла, чем выражение «в одном и том же месте», если не указано, к какой лаборатории они относятся.

Быть может, у кого-нибудь все же возникает вопрос: ну, а на самом деле, независимо от какой бы то ни было лаборатории, одновременны какие-нибудь два события или нет? Задумываться над этим вопросом так же чуждо, как над вопросом, а где на самом деле, независимо ни от каких лабораторий, находятся в мире верх и низ?

Открытие относительности времени позволило, как вы увидите из дальнейшего, разрешить все противоречия, к которым привел физику опыт Майклсона. Это открытие было одной из величайших побед разума над сложившимися в течение тысячелетий законами представлениями. Поразив своей необычайностью весь ученый мир, оно произвело глубочайший переворот во взглядах человечества на природу. По характеру и значению его можно сравнить только с переворотом, вызванным открытием шарообразности Земли или открытием ее движения вокруг Солнца.

Так Эйнштейн, наряду с Коперником и Ньютоном, проложил совершенно новые пути для науки. И недаром открытие этого, еще молодого тогда, ученого быстро ста-

жало ему славу величайшего физика нашего столетия.

Учение об относительности времени называют обычно «принципом относительности Эйнштейна» или просто «принципом относительности». Его не следует смешивать с законом, или принципом, относительности движения, о котором речь шла раньше, то есть с «классическим принципом относительности», или «принципом относительности Галилея — Ньютона».

Скорость имеет предел

Рассказать в журнальной статье о тех огромных изменениях и обо всем том новом, что принцип относительности внес в науку, невозможно. Кроме того, для понимания всего этого надо хорошо знать физику и высшую математику.

Цель нашей статьи — разъяснение лишь самых основ принципа Эйнштейна и тех важнейших следствий, которые вытекают из относительности времени. Уже одно это, как вы видели, — задача далеко не простая. Заметим, что принцип относительности — один из самых трудных научных вопросов, причем заглянуть в него достаточно глубоко без помощи математики вообще невозможно.

Для начала рассмотрим одно очень важное следствие из относительности времени, касающееся скорости.

Как известно, скорость паровозов, автомобилей и самолетов с момента их изобретения и по сей день непрерывно возрастает. В настоящее время она достигла величин, которая всего несколько десятилетий назад показалась бы невероятной. Она будет увеличиваться и впредь.

В технике известны и гораздо большие скорости. Это, в первую очередь, скорости пуль и артиллерийских снарядов. Быстрота полета пуль и снарядов, благодаря непрерывным техническим усовершенствованиям, также возрастала из года в год и будет увеличиваться впредь.

Но наибольшая скорость, которой пользуются в технике, это скорость передачи сигналов с помощью световых лучей, электрического тока и радиоволн. Во всех трех случаях она приблизительно равна одной и той же величине — 300 тыс. километров в секунду.

Можно подумать, что с дальнейшим развитием техники, с открытием каких-нибудь новых лучей и эта скорость будет превзойдена; все увеличивая доступные нам скорости, мы сумеем в конце концов как угодно близко подойти к идеалу мгновенной передачи сигналов или усилий на любые расстояния.

Опыт Майклсона показывает, однако, что идеал этот недостижим. В самом деле, при бесконечно большой скорости передачи сигналов от двух событий при всех условиях доходили бы до нас мгновенно; и если бы в одной какой-нибудь лаборатории два события произошли одновременно, то во всех других лабораториях они тоже

¹ Начало см. в №№ 7—8 и 9 «Знание — сила».

наблюдались бы одновременно — в тот же самый момент, когда они произошли. А это означало бы, что «одновременность» стала абсолютной, совершенно не зависящей от движения лабораторий. Но абсолютность времени, как мы видели, опровергнута опытом Майкльсона. Следовательно, передача сигналов или усилий не может быть мгновенной.

Другими словами, скорость какой бы то ни было передачи не может быть бесконечно большой. Существует определенный предел скорости — предельная скорость, которая ни при каких условиях не может быть превышена.

Нетрудно убедиться, что предельная скорость совпадает со скоростью света. Ведь согласно принципу относительности Галилея — Ньютона законы природы во всех лабораториях, движущихся относительно друг друга прямолинейно и равномерно, одинаковы. Значит, для всех таких лабораторий предельной должна быть одна и та же скорость. Но какая же скорость сохраняет свою величину неизменной во всех лабораториях? Таким удивительным постоянством, как мы видели, обладает как раз скорость света, и только она! Отсюда следует, что скорость света — не просто скорость распространения какого-то одного (хотя и очень важного) действия в мире: она в то же время есть предельная скорость, существующая в природе.

Открытие существования предельной скорости в природе также было одной из величайших побед человеческой мысли. Физик прошлого столетия не мог бы додуматься до того, что для скорости есть предел. Если же он и наткнулся бы при опытах на факт существования предельной скорости, то он решил бы, что это случайность, что тут виновата только ограниченность его экспериментальных возможностей. Он был бы вправе думать, что с развитием техники предельная скорость может быть превзойдена.

Нам же ясно обратное: рассчитывать на это было бы так же смешно, как полагать, что с развитием мореходства можно будет достичь на земной поверхности места, удаленного от исходного пункта более чем на 20 тыс. километров (то есть более чем на половину земной окружности).

Когда минута равна часу?

Чтобы всесторонне разъяснить относительность времени и вытекающие отсюда следствия, которые с непривычки кажутся странными, Эйнштейн пользуется примера-

ми с поездом. Поступим так же и мы. Гигантский поезд, движущийся с воображаемой баснословной скоростью, будем называть «поездом Эйнштейна».

Представим себе очень длинную железную дорогу. На расстоянии 864 млн. километров одна от другой находятся две станции. Чтобы пройти расстояние между ними, поезду Эйнштейна, движущемуся со скоростью, скажем, 240 тыс. километров в секунду, понадобится час времени. На обеих станциях имеются совершенно точные часы.

На первой станции в поезд садится путешественник. Предварительно он ставит свой карманный хронометр точно по станционным часам. По приезде на другую станцию он сверяет его со станционными часами и с удивлением замечает, что хронометр отстал...

Почему же это произошло?

Допустим, что на полу вагона находится электрическая лампочка, а на потолке — зеркало. Луч света от лампочки, падающий на зеркало, отражается обратно к лампочке. Путь луча, каким его увидит путешественник в вагоне, изображен на верхнем рисунке: луч направляется вертикально вверх и падает вертикально вниз.

Иная картина представится наблюдателю на станции. За время, в течение которого луч света шел от лампочки к зеркалу, зеркало переместилось вместе с поездом. А за время падения отраженного луча переместилась на такое же расстояние сама лампочка. Путь, пройденный лучом с точки зрения наблюдателя на станции, показан на нижнем рисунке: он составляет две стороны равнобедренного треугольника. Основание треугольника образовано путем лампочки, увлекаемой поездом вперед.

Мы видим, что с точки зрения наблюдателя на станции луч света прошел большее расстояние, чем с точки зрения наблюдателя в поезде. Вместе с тем мы знаем, что скорость света отличается постоянством при всех условиях: она совершенно одинакова как для наблюдателя на станции, так и для путешественника в поезде. Что же отсюда вытекает?

Ясно, что если скорости одинаковы, а длина путей различна, то на прохождение меньшего пути затрачивается меньше времени, а на прохождение большего — больше. Легко вычислить отношение обоих времен.

Предположим, что с точки зрения наблюдателя на станции между отправлением луча к зеркалу и возвращением его к лампочке прошло 10 секунд. За эти 10 секунд свет прошел:

$$300\,000 \times 10 = 3 \text{ млн. километров.}$$

Следовательно, стороны AB и BC равнобедренного треугольника ABC равны по



Таким увидит путь луча наблюдатель в вагоне.

1,5 млн. километров каждая. Сторона же AC , основание треугольника, равна пути, пройденному за 10 секунд поездом, а именно:

$$240\,000 \times 10 = 2,4 \text{ млн. километров.}$$

Половина основания, AD , равна 1,2 млн. километров.

Отсюда нетрудно определить высоту вагона — высоту треугольника BD . Из прямоугольного треугольника ABD имеем:

$$BD = \sqrt{AB^2 - AD^2} = \sqrt{1,5^2 - 1,2^2} = 0,9 \text{ млн. километров.}$$

Высота довольно солидная, что, впрочем, неудивительно при астрономических размерах поезда Эйнштейна.

Путь, пройденный лучом с точки зрения наблюдателя в поезде, равен, очевидно, удвоенной высоте треугольника:

$$2\,BD = 2 \times 0,9 = 1,8 \text{ млн. километров.}$$

Для прохождения этого пути свету понадобится

$$1\,800\,000 : 300\,000 = 6 \text{ секунд.}$$

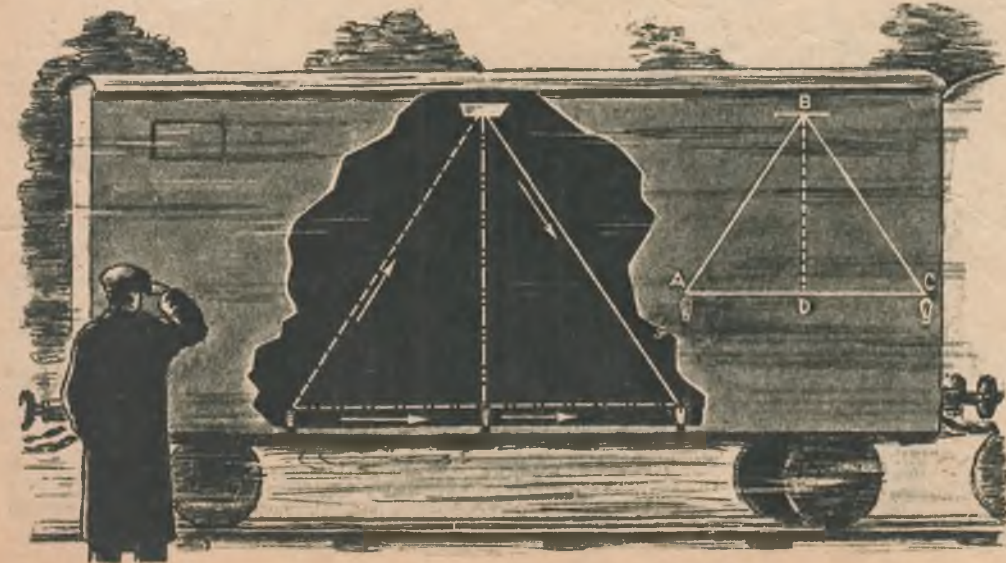
Итак, пока луч света шел от лампочки к зеркалу и обратно, на станции прошло 10 секунд, а в поезде — всего лишь 6 секунд. Отношение времени в поезде ко времени на станциях составляет $\frac{3}{5}$.

Отсюда удивительное следствие: по станционному времени поезд затратил на путешествие между станциями час, по хронометру же путешественника всего $\frac{3}{5}$ часа, то есть 36 минут. Вот почему за время движения между станциями хронометр путешественника отстал от станционных часов и притом на 24 минуты.

Надо хорошо осмыслить этот факт: хронометр путешественника отстал не потому, что он медленнее шел или неправильно работал. Нет, он работал так же, как часы на станциях. Но время в поезде, движущемся относительно станций, протекало иначе, чем на станциях.

Из схемы с треугольником видно, что чем больше скорость поезда, тем больше должно быть отставание хронометра от станционных часов. Приближая скорость поезда к скорости света, можно добиться того, чтобы за час станционного времени в поезде прошел какой угодно малый промежуток времени. Например, при скорости поезда, равной около 0,9999 скорости света, за час станционного времени в поезде пройдет всего лишь 1 минута (или, наоборот, за минуту станционного времени в поезде пройдет час, если наблюдатель на одной станции будет проверять свое вре-

Таким покажется путь луча наблюдателю на станции.



м по двум хронометрам, установленным в начале и в конце поезда).

Считая время абсолютным, человек раньше представлял его себе чем-то равномерно текущим, и притом — всюду и при всех условиях в мире с одинаковой скоростью. Но поезд Эйнштейна показывает, что в разных лабораториях темп времени различен. Эта относительность времени есть одно из важнейших свойств физического мира.

Из всего сказанного можно заключить, что описанная Уэллсом в фантастической повести «машина времени» — не такая уж пустая фантазия. Относительность времени раскрывает перед нами возможность — по крайней мере теоретически — путешествовать в будущее. Нетрудно видеть, что поезд Эйнштейна является именно «машиной времени».

МАШИНА времени

В самом деле, вообразим, что поезд Эйнштейна движется не прямолинейно, а по окружной железной дороге. Тогда при каждом возвращении на исходную станцию путешественник будет обнаруживать, что его часы отстают по сравнению со станционными.

Приближая скорость поезда к скорости света, можно, как вы уже знаете, добиться того, чтобы за час по станционным часам в поезде прошел какой угодно малый промежуток времени. Это приводит к удивительным результатам: пока в

поезде будут протекать лишь годы, на станции минуют сотни и тысячи лет. Выйдя из своей «машины времени», наш путешественник попадет в отдаленное будущее... Его родные и знакомые давно уже умерли... В живых он застанет только их отдаленных потомков.

Однако поезд Эйнштейна все же сильно отличается от машины Уэллса. Ведь та, по утверждению романиста, могла совершать движение во времени не вследствие своей большой скорости, а благодаря какому-то особому техническому устройству. Но в действительности никакое такое устройство не может быть создано; это — полнейшая нелепость. Есть только один способ попасть в будущее: придать поезду колоссальную скорость — близкую к скорости света.

Еще одно свойство отличает поезд Эйнштейна от уэллсовской машины времени: он не в состоянии двигаться «назад» по времени, то есть он лишен возможности отправиться в прошлое, а тем самым и вернуться из будущего в настоящее.

Вообще, сама идея движения назад по времени совершенно бессмысленна. Мы можем воздействовать только на то, чего еще не было, но не в состоянии изменить того, что уже было. Это ясно хотя бы из такого примера: если бы можно было двигаться назад во времени, то могло бы случиться так, что человек отправился в прошлое и умертвил своих родителей тогда, когда они еще были младенцами. А вернувшись в настоящее время, он оказался бы в нелепом положении человека, родители которого умерли задолго до его рождения!

Движение со скоростью, близкой к скорости света, открывает теоретически еще одну возможность: вместе с временем преодолевать и любые расстояния. А они могут быть в мировом пространстве так велики, что даже при предельной скорости для большинства путешествий нехватило бы человеческой жизни.

Примером может послужить звезда, удаленная от нас, скажем, на двести световых лет. Поскольку скорость света — наибольшая скорость в природе, то, следовательно, достичь этой звезды раньше,

чем через двести лет после старта, невозможно. А так как продолжительность человеческой жизни менее двухсот лет, то, казалось бы, можно с уверенностью утверждать, что человек принципиально лишен возможности достигать далеких звезд.

И все же это рассуждение ошибочно. Ошибка в том, что мы говорим о двухстах годах, как о чем-то абсолютном. А ведь время относительно, то есть общего для всех лабораторий времени нет. На станциях был один счет времени, а в поезде Эйнштейна — другой.

Представим себе звездоплывателя, отправившегося в межзвездной ракете в мировое пространство. Пока он достигнет звезды, удаленной от нас на двести световых лет, по земному времени численность действительно пройдет двести лет. В ракете же, в зависимости от ее скорости относительно Земли, может протечь, как мы знаем, какой угодно малый промежуток времени.

Таким образом, звездоплыватель достигнет звезды по своему времени не в двести лет, а, скажем, в один год. При достаточно большой скорости теоретически возможно «слетать» на звезду и вернуться по ракетным часам даже в одну минуту...

Более того: при движении с предельной скоростью в мире — 300 тыс. километров в секунду — и время становится предельно малым, то есть равным нулю. Иными словами, если бы ракета могла двигаться со скоростью света, время для находящегося в ней наблюдателя вовсе остановилось бы, и с точки зрения этого наблюдателя момент старта совпал бы с моментом финиша.

Повторяем, что все это мыслимо только теоретически. Практически же путешествие в будущее и на отдаленные звезды неосуществимо, так как передвижение машин и людей со скоростями, близкими к скорости света, по техническим причинам невозможно.

И РАЗМЕРЫ *предельно относительны*

Рассуждения и занимательные примеры, приведенные в предыдущих главах, кажутся фантастическими. Но цель их — не увлечь читателя фантастикой, а показать всю глубину и серьезность следствий, вытекающих из относительности времени.

Существует определенный предел скорости — предельная скорость, которая ни при каких условиях не может быть превышена. Эта предельная скорость совпадает со скоростью света.





Путешественник отправился в поезде Эйнштейна в кругосветное путешествие повселенной и вернулся через год по своему времячислению. А на Земле за время его отсутствия прошло сто лет.

Нетрудно убедиться, что из относительности времени вытекает и относительность размеров тел.

Пусть длина платформы, мимо которой проезжает поезд Эйнштейна, равняется 2,4 млн. километров. При скорости в 240 тыс. километров в секунду поезд проедет платформу в течение 10 секунд. Но за 10 секунд станционного времени в поезде пройдет всего 6 секунд. Отсюда путешественник с полным правом заключит, что длина платформы равна $240 \text{ тыс.} \times 6 = 1,44 \text{ млн. километров}$, а не 2,40 млн. километров.

Это значит, что предмет, покоящийся относительно какой-либо лаборатории, длиннее, чем движущийся. Относительно поезда платформа двигалась, а относительно станции она покоилась. Поэтому для наблюдателя на станции она и была длиннее, чем для путешественника. Вагоны же поезда, наоборот, для наблюдателя на станции были по той же причине в 10% раза короче, чем для путешественника.

С увеличением скорости длина предметов все более уменьшается. Поэтому при наибольшей скорости она должна была бы стать наименьшей, то есть равной нулю.

Итак, всякое движущееся тело сокращается в направлении своего движения. В связи с этим надо внести поправку в один из примеров, приведенных нами в № 9 журнала, а именно: при опыте открыванием дверей на пароходе мы нашли, что для наблюдателя на пристани вторая дверь открылась на 40 секунд позже первой. Но так как длина парохода, двигавшегося со скоростью в 240 тыс. километров в секунду, в 10% раза сократилась относительно пристани, то действительный промежуток времени между открыванием дверей будет равен по часам на пристани не 40 секундам, а $40 : 10\% = 24 \text{ секундам}$. Принципиальных выводов, сделанных нами из опыта с пароходом, эта числовая поправка, конечно, не меняет.

Относительность размеров тел немедленно влечет за собой новое, быть может самое разительное, следствие принципа относительности. «Самое разительное» потому, что именно оно объясняет неожиданный результат эксперимента Майклсона, который внес в свое время сумятицу в ряды физиков. Дело касалось, как вы помните, сложения скоростей, которые по непонятной причине

никак не «хотели» подчиняться обыкновенной арифметике.

Человек всегда привык складывать скорости, направленные по прямой и в одну сторону, чисто арифметически, то есть так же просто, как столы или яблоки. Например, если какой-либо корабль плывет в определенном направлении со скоростью в 20 километров в час, а по его палубе идет в том же направлении пассажир со скоростью 5 километров в час, то скорость пассажира относительно пристани будет равна $20 + 5 = 25 \text{ километров в час}$.

До недавнего времени физики были уверены, что такой способ сложения абсолютно правилен и пригоден для нахождения суммы любых скоростей. Но принцип относительности не оставил и этого правила механики нетронутым.

Попробуйте, например, сложить скорости в 230 и 270 тыс. километров в секунду. Что получится? 500 тыс. километров в секунду. А такой скорости существовать не может, поскольку 300 тыс. километров в секунду — наибольшая скорость в мире. Отсюда ясно по крайней мере то, что сумма каких угодно и скольких угодно скоростей во всяком случае не может превышать 300 тыс. километров в секунду.

Но, быть может, допустимо складывать арифметически меньшие скорости, например в 150 и 130 тыс. километров в

секунду? Ведь их сумма, 280 тыс. километров в секунду, не превосходит предельную скорость в мире.

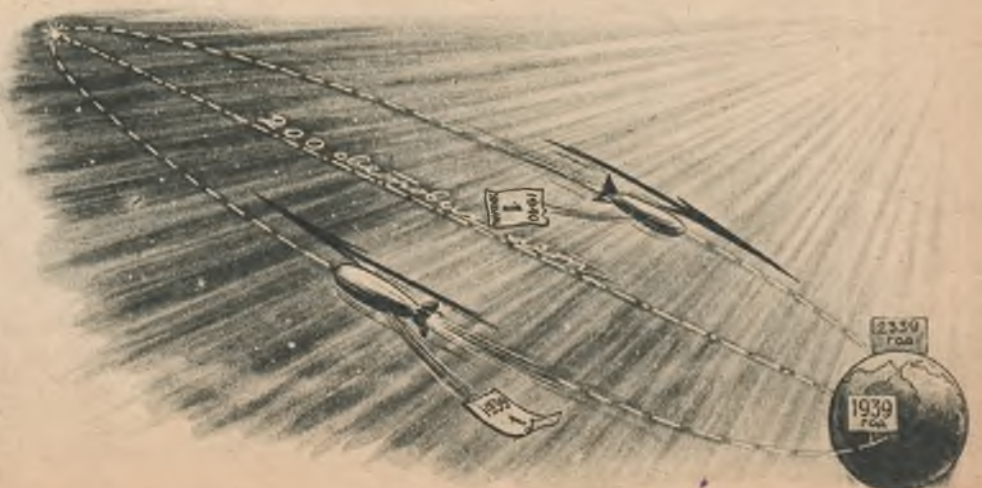
Нетрудно убедиться, что и здесь арифметическая сумма неверна. Пусть, например, со скоростью в 150 тыс. километров в секунду движется мимо пристани пароход, а со скоростью в 130 тыс. километров в секунду катится по палубе парохода шар. Сумма этих скоростей должна выражать скорость шара относительно пристани. Однако из предыдущей главы мы знаем, что движущееся тело сокращается в своих размерах. Поэтому расстояние в 130 тыс. километров на пароходе вовсе не равно 130 тыс. километров для наблюдателя на пристани, а 150 тыс. километров по берегу вовсе не равны 150 тыс. километров для пассажира на пароходе.

Далее, для определения скорости шара относительно пристани наблюдатель пользуется часами на пристани. Но скорость шара на пароходе определяется по пароходному времени. А время на движущемся пароходе и на пристани, как мы знаем, совсем не одно и то же.

Так выглядит вопрос сложения скоростей на деле: приходится учитывать относительность и расстояний и времени. Как же все-таки следует складывать скорости?

Эйнштейн дал для этого особую формулу, соответствующую принципу отно-

Звездоплаватель, отправившийся в ракете к звезде, удаленной от нас на 200 световых лет, возвращается по своему времячислению через год домой. На Земле за это время прошло 400 лет.





Сумма внутренних углов плоского треугольника равна двум прямым, но у треугольника на поверхности шара она больше двух прямых. Землемеры в своей практической работе не учитывают этой разницы и производят свои вычисления по правилам планиметрии. Только высшая геодезия, измеряющая сферические треугольники огромных размеров, вынуждена считаться с этим и вести свои расчеты по-другому.

То же самое имеет место и при сложении скоростей. При малых скоростях вполне можно прибегать к приближенным арифметическим подсчетам, при больших же скоростях необходимо учитывать поправки, внесенные теорией относительности.

сительности. До сих пор мы не приводили формул из теории относительности, не желая обременять ими эту трудную статью. Однако краткий и четкий язык математики делает многое сразу ясным, заменяя собой длинные рассуждения с большим количеством слов. Формула же сложения скоростей не только намного проще всех предыдущих рассуждений, но и сама по себе настолько проста и интересна, что ее стоит привести:

$$W = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

Здесь v_1 и v_2 — слагаемые скорости, W — суммарная скорость, а c — наибольшая скорость в мире (скорость света), равная 300 тыс. километров в секунду.

Эта замечательная формула обладает как раз нужным свойством: какие бы скорости мы по ней складывали, никогда не получится более 300 тыс. километров в секунду. Попробуйте сложить по этой формуле 230 тыс. и 270 тыс. километров в секунду или даже 300 тыс. и 300 тыс. километров в секунду и посмотрите, что получится.

При сложении же небольших скоростей — таких, с какими мы в большинстве случаев сталкиваемся на практике, — формула дает привычный нам результат, мало отличающийся от арифметической суммы. Возьмем для примера даже наибольшие современные скорости передвижения. Пусть два самолета движутся навстречу друг другу, пролетая в час по 750 километров каждый. Какова скорость их сближения?

Арифметически — $(750 + 750) = 1500$ километров в час. По формуле же Эйнштейна — всего на 0,72 микрона в час

¹ Для читателей, желающих произвести эти расчеты самостоятельно, приводим приближенную формулу, которая непосредственно показывает разность между арифметической и истинной суммой скоростей:

$$(v_1 + v_2) - W = \frac{(v_1 + v_2) v_1 v_2}{c^2}$$

При малых значениях скоростей v_1 и v_2 эта формула значительно облегчает вычисления.

меньше. А в приведенном выше примере с медленно движущимся кораблем, по палубе которого идет человек, эта разница еще в 340 тыс. раз меньше¹.

Обнаружить подобные величины в таких случаях путем измерений невозможно. Да и практическое значение их равно нулю. Отсюда ясно, почему человек в течение тысячелетий не замечал, что арифметическое сложение скоростей принципиально неверно: неточность при таком сложении намного меньше самых строгих требований практики. И поэтому в технике все всегда сходилось с расчетами, если только расчеты бывали верны.

Но складывать арифметически скорости, сравнимые со скоростью света, уже нельзя: здесь мы можем впасть в грубые ошибки. Например, при скоростях в 36 тыс. километров в секунду ошибка превзойдет 1 тыс. километров, а при 100 тыс. километров в секунду она достигнет уже 20 тыс. километров в секунду.

То, что арифметическое сложение скоростей неправильно, а формула Эйнштейна верна, подтверждается опытом. Иначе и не могло быть: ведь именно опыт заставил физиков пересмотреть старые понятия в механике и привел их к принципу относительности.

Зная, как надо в действительности складывать скорости, мы можем теперь понять «загадочные» результаты эксперимента Майклсона. Производя этот эксперимент тогда, когда Земля двигалась навстречу лучу света со скоростью 30 километров в секунду, Майклсон ожидал получить результат в $300\,000 + 30 = 300\,030$ километров в секунду.

Но ведь так складывать скорости нельзя!

Подставьте в формулу сложения скоростей $v_1 = c$ (c — скорость света) и $v_2 = 30$, и вы найдете, что суммарная скорость равна только c , а не больше. Как раз таким и был результат опыта Майклсона.

Тот же самый результат получится и при всех других значениях v_2 , если только v_1 равно скорости света. Пусть Земля проходит в секунду любое число километров: 30 — вокруг Солнца, 275 — вместе с солнечной системой и тысячи километров — со всей Галактикой. Дела это не меняет. Во всех случаях сложения скорости Земли со скоростью света формула даст одну и ту же величину c .

Итак, результаты эксперимента Майклсона удивляли нас только потому, что мы не умели правильно складывать скорости. Не умели же мы этого делать,

так как не знали, что тела сокращаются в направлении своего движения и что в различных лабораториях время протекает по-разному.

МАССА и Энергия

Осталось рассмотреть последний вопрос.

Одно из наиболее важных свойств всякого тела — это его масса. Мы привыкли считать, что она всегда остается неизменной. Но расчеты, основанные на принципе относительности, показывают другое: при движении тела его масса увеличивается. Она возрастает во столько раз, во сколько уменьшается длина тела. Таким образом, масса поезда Эйнштейна, движущегося со скоростью 240 тыс. километров в секунду, в 10^6 раз больше, чем масса покоящегося.

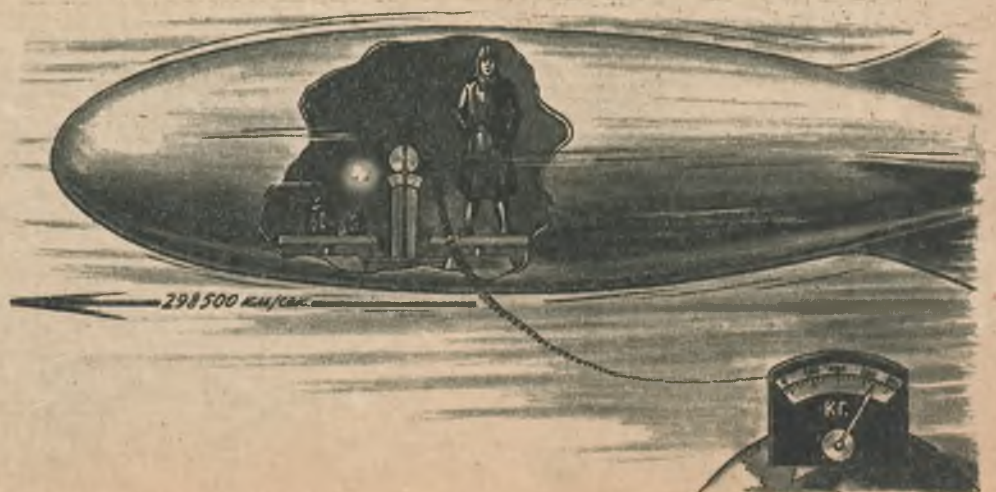
По мере приближения скорости к пределу масса растет все быстрее и быстрее. При предельной скорости масса любого тела должна стать бесконечно большой. Обычные же скорости, с которыми мы сталкиваемся на практике, вызывают совершенно ничтожный рост массы.

Однако проверить это явление на опыте все же возможно: современная экспериментальная физика в состоянии сравнивать массу быстро движущихся электронов с массой покоящихся. И опыт полностью подтверждает закон зависимости массы от скорости.

Но, для того чтобы сообщать телам скорость, необходимо затратить энергию. И вот оказывается, что вообще всякая работа, произведенная над телом, всякое увеличение энергии тела влечет за собой рост массы, пропорциональный этой затраченной энергии. Поэтому масса нагретого тела больше, чем холодного, масса сжатой пружины больше, чем свободной.

Ничтожным количествам единиц массы соответствуют огромные количества единиц энергии. Например, для увеличения массы какого-либо тела всего на 1 грамм надо произвести над ним работу в 25 млн. киловатт-часов. Иначе говоря, масса 25 млн. киловатт-часов электрической энергии равна 1 грамму. Чтобы получить этот грамм, требуется вся энергия, вырабатываемая Днепрогэсом в течение двух суток. Считая всего по одной копейке за киловатт-час, найдем, что 1 грамм самой дешевой электрической энергии стоит 250 тыс. рублей. А если превратить электроэнергию в свет, то 1 грамм света обойдется примерно в 10 млн. рублей. Это во много раз дороже самого дорогого вещества — радия.

Масса звездоплывателя, летящего в ракете со скоростью 298 500 километров в секунду, оказалась бы при измерении ее с Земли равной $\frac{1}{4}$ тонны.



Если сжечь в закрытом помещении 1 тонну угля, то продукты горения будут весить после их охлаждения всего на $\frac{1}{3000}$ долю грамма меньше, чем уголь и кислород, из которых они образовались. Недостаточная доля массы потеряна излучением тепла. А нагревание 1 тонны воды от 0 до 100° повлечет за собой увеличение ее массы менее чем на $\frac{5}{1\,000\,000}$ долей грамма.

Вполне понятно, что подобные ничтожные изменения массы тел при потере или приобретении ими энергии ускользают от самых точных измерений. Однако современной физике известны явления, при которых изменение массы становится заметным. Это процессы, происходящие при столкновении атомных ядер, когда из ядер одних элементов образуются ядра других элементов.

Например, при столкновении ядра атома лития с ядром атома водорода образуются два ядра атома гелия. Масса этих двух ядер уже на значительную величину — на $\frac{1}{400}$ часть — меньше общей массы ядер водорода и лития. Следовательно, при превращении 1 грамма смеси лития и водорода в гелий должна выделиться $\frac{1}{400}$ доля грамма энергии, что составит в киловатт-часах:

$25\,000\,000 : 400 = 62,5$ тыс. киловатт-часов.

Таким образом, если бы мы могли легко осуществлять ядерные превращения, мы стали бы обладателями богатейшего источника энергии: чтобы получить мощность Днепрогэса, достаточно было бы ежедневно превращать в гелий всего 4 грамма смеси лития и водорода.

НОВАЯ и старая физика

На этом заканчивается наше беглое ознакомление с принципом относительности.

Мы видели, какие серьезные и глубокие изменения внес принцип относительности в мировоззрение, сложившееся у человечества в течение многих веков. Не означает ли это, что старые представления полностью разрушены? Что они должны быть целиком отвергнуты? Что всю физику, созданную до открытия принципа относительности, следует зачеркнуть как неверную?

Нет, поскольку расхождение между старой физикой (ее называют «классической») и физикой, учитывающей принцип относительности («релятивистской», от латинского слова «реляцио», что значит «отнесение»), слишком ничтожно почти во всех областях нашей практической деятельности.



Микроб, севший на маховое колесо, окажет большее влияние на работу машины, чем поправка на принцип относительности.

Если бы, например, пассажир обыкновенного, хотя бы и самого быстроходного поезда (но, конечно, не поезда Эйнштейна) вздумал ввести поправку времени на принцип относительности, его подняли бы насмех. За сутки такая поправка выразилась бы в десятиллиардных долях секунды. Тряска поезда и неточная работа самого лучшего часового механизма несравненно сильнее влияют на показания часов.

Инженер, который ввел бы в расчеты увеличение массы воды при ее нагревании, мог бы быть назван сумасшедшим. Зато физик, изучающий столкновение атомных ядер, но не учитывающий возможных при этом изменений массы, должен быть изгнан из лаборатории за невежество.

Конструкторы всегда будут проектировать машины, пользуясь законами классической физики: поправки на принцип относительности окажут на машины меньшее влияние, чем севший на маховик микроб. Но физик, наблюдающий за быстрыми электронами, обязан учитывать изменение их массы в зависимости от скорости.

Итак, законы природы, открытые до возникновения принципа относительности, не отменяются; теория относительности не опровергает, а только углубляет и уточняет знания, добытые старой наукой. Она устанавливает границы, в

пределах которых можно этими знаниями пользоваться, не совершая ошибок.

В заключение надо сказать, что теория относительности не ограничивается вопросами, которые мы рассмотрели в этой статье. Продолжая разработку своего учения, Эйнштейн дал в дальнейшем совершенно новую картину такого важнейшего явления, как всемирное тяготение. В связи с этим учение об относительности было разбито на две части. Первая из них, не касающаяся тяготения, была названа «частным», или «специальным», «принципом относительности»; вторая же часть, охватывающая вопросы тяготения, — «общим принципом относительности». Таким образом, мы познакомились только с частным принципом (рассмотрение общего принципа не входило в задачу этой статьи).

Остается только отметить, что при достаточно глубоком изучении физики все лабиринты сложного здания теории относительности становятся совершенно ясными. Но проникнуть в них, как мы знаем, было далеко не просто. Для этого нужна была гениальная догадка: надо было суметь сделать из эксперимента Майклсона правильные выводы — открыть относительность времени со всеми вытекающими отсюда следствиями.

Так человечество в своем вечном стремлении шире и глубже познать мир одержало одну из своих крупнейших побед. Оно обязано ею гению Альберта Эйнштейна.

Чтобы увеличить массу тела всего на один грамм, необходима вся энергия, вырабатываемая Днепрогэсом в течение двух суток.



ЖИВОПИСНЫЕ

Н. КОРНИЛОВ

Рис. Е. Хомзе

Море в огне

Чарлз Дарвин в знаменитой книге о своем путешествии на корабле «Бигль» приводит описание необычайно любопытного явления.

Однажды темной ночью, когда корабль находился у берегов Южной Америки, Дарвин вышел на палубу и... застыл от изумления. Море представляло удивительное и прекрасное зрелище. «Дул свежий ветер, — писал он затем в своем дневнике, — каждая волна с пенистым гребнем наверху светилась бледным фосфорическим светом. Перед носом корабля, рассекающего волны, вздымались две струи как бы из жидкого фосфора, а сзади тянулся светлый след, напоминая Млечный путь. Насколько было видно вокруг, всюду светились гребни волн... Два раза я замечал, что море светилось на значительной глубине от поверхности».

Многие другие ученые и путешественники неоднократно наблюдали и описывали сияние морской воды в темные ночи. Чем чернее ночь, тем более эффектным становится зрелище светящегося моря.

Долгое время причина этого необыкновенно живописного явления оставалась неизвестной. Теперь же она выяснена полностью, и сделано это микробиологами.

Исследования показали, что свечение моря вызывается бактериями, своего рода микроскопическими светлячками. Эти светящиеся бактерии поселяются на теле медуз, моллюсков, инфузорий и других мелких морских животных, но волной их часто смывает прямо в воду, где они продолжают светиться.

«Живой свет», который они испускают, возникает благодаря особой химической реакции — окислению кислородом сложного вещества, люциферина, которое вырабатывается в теле фотобактерий. Свечение фотобактерий бывает тем ярче, чем сильнее приток к ним воздуха, богатого кислородом. Оттого и море сильнее светится там, где винт корабля, взбивая воду, оставляет пенистый след на волнах.

Светящиеся бактерии не боятся холода. Вот почему путешественникам в полярных странах приходится иногда наблюдать красивое зрелище светящегося снега и светящихся ледяных гор, словно озаренных спрятанным внутри огнем.

Светящиеся бактерии довольно широко распространены в природе. «Холодный свет» появляется не только в воде, но нередко на мясных и рыбных продуктах. В прежние времена это казалось чудом и внушало страх суеверным людям.

Можно себе представить ужас мясников, когда у них в погребах начинали светиться целые туши и этот таинственный свет переходил потом на руки! В еще больший ужас приходили раненые, когда по ночам у них начинали светиться раны. Рыбаки часто наблюдали свечение рыб, особенно сельдей.

Теперь мы хорошо знаем причину всех этих явлений и научились разводить светящиеся бактерии в любой лаборатории.

Вы можете и сами у себя дома полюбоваться «живым светом», если проделаете следующий несложный опыт.

Возьмите обыкновенное рыночное мясо, половину его погрузите в трехпроцентный раствор поваренной соли и оставьте в прохладном месте (при температуре в 9—12°). Через два-три дня, а то и на другой день, в мясе разовьются фосфоресцирующие бактерии, и все оно засветится ровным блеском, напоминающим лунный свет. Если вы прикоснетесь к этому мясу, то у вас потом начнут светиться и руки. Чехословацкий ученый Молиш много раз брал для подобных опытов рыночное мясо в Праге, и 89% его опытов увенчались успехом. Очевидно, в воздухе почти всегда есть светящиеся бактерии, которые и попадают на сырое мясо, где они быстро размножаются. Еще лучше этот опыт удастся с сырой рыбой. Рыбы иной раз светятся настолько сильно, что их можно сфотографировать ночью без постороннего освещения.

Светящиеся бактерии боятся резкого света; под прямыми солнечными лучами они гибнут.

Цветной снег

В 1818 г. корабль знаменитого английского мореплавателя Джона Росса плыл по Северному Ледовитому океану. У пустынных берегов Гренландии экипаж корабля был поражен странным явлением: в ущельях между прибрежными скалами снег на значительном пространстве был кроваво-красного цвета. Панический страх охватил команду. Многие матросы требовали немедленного возвращения домой. Тогда капитан послал нескольких наиболее отважных моряков для выяснения. Матросы высадились, приблизились к опасному месту,

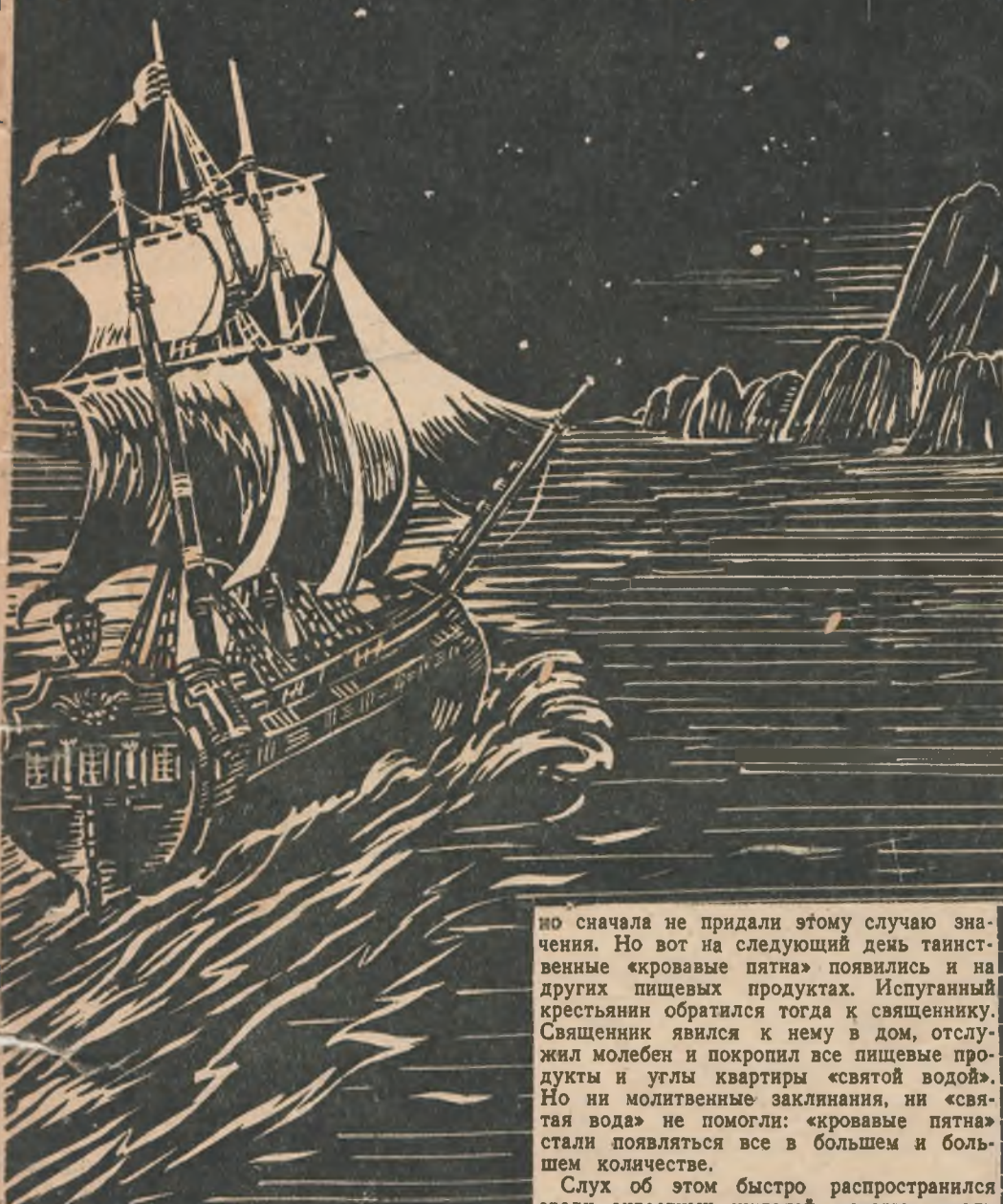
где, казалось, недавно была пролита кровь. Что же они там обнаружили? Снег действительно был кроваво-красный, но никакого запаха крови у него не было. Слух об этом «чудесном» и непонятном явлении долго потом передавался из уст в уста.

Совсем недавно, несколько лет назад, советские полярники, отправившиеся на Новую Землю, с удивлением обнаружили в проливе Маточкин Шар целые островки, покрытые зеленым снегом, — островки необыкновенной зелени среди ледяной пустыни!

Исследованиями микробиологов теперь установлено, что и «кровавый снег», и «зеленый снег» обязаны своим цветом микроскопическим существам — цветным микробам, развивающимся на снегу.

Не все цветные микробы — любители холода. В горячих серных источниках развиваются пурпурные и фиолетовые бактерии, часто окрашивающие большие пространства воды в яркий цвет. Такие бактерии почти всегда можно найти в прудах и болотах, на дне которых гниют остатки водорослей и рыб, выделяющие сероводород. В неглубоких морских заливах, защищенных от

МИКРОБЫ



волнения, порой скопляется колоссальное множество пурпурных бактерий, так что вся вода там кажется окрашенной в красный цвет. Это можно наблюдать, например, на лиманах близ Одессы, особенно в осенние месяцы.

В то время как светящиеся бактерии «любят» морские волны и боятся света, пурпурные бактерии, наоборот, не терпят волнения воды (так как она тогда очищается от сероводорода, которым они питаются) и не боятся света.

Пурпурный пигмент (красящее вещество) у этих бактерий служит для той же цели, что и хлорофилл у растений: с его помощью они перерабатывают углекислый газ, содержащийся в воздухе.

В августе 1819 г. на севере Италии в доме крестьянина Питарелло в Леньяро появились «кровавые пятна» на поленте, простоявшей ночь в сыром месте. Полента — это род каши, приготовляемой в Италии из каштановой муки или манной крупы. Хозяева были в большом недоумении,

но сначала не придали этому случаю значения. Но вот на следующий день таинственные «кровавые пятна» появились и на других пищевых продуктах. Испуганный крестьянин обратился тогда к священнику. Священник явился к нему в дом, отслужил молебен и покропил все пищевые продукты и углы квартиры «святой водой». Но ни молитвенные заклинания, ни «святая вода» не помогли: «кровавые пятна» стали появляться все в большем и большем количестве.

Слух об этом быстро распространился среди окрестных жителей, которые стали отовсюду стекаться к Питарелло, чтобы поглазеть на невиданное «чудо». Но, возвратившись к себе домой, они вскоре обнаружили и на своих продуктах такие же пятна.

В средние века подобное же явление дважды имело место в Германии.

Последняя сильная эпидемия «кровавых пятен» была в 1848 г. в Берлине. Но тут это «чудо» разоблачил наконец ученый Эренберг, один из крупнейших в то время исследователей инфузорий и микробов. Он открыл, что невидимой виновницей всех этих «кровавых пятен» является встречающаяся в воздухе особая бактерия. Попадая на пищевые продукты, содержащие крахмал, и сильно на них размножаясь, она выделяет красный пигмент и окрашивает им пищу. Бактерия эта была названа «чудесной палочкой».

Теперь эта бактерия используется в лабораториях для различных полезных целей. Микробиологи научились менять окраску чудесной палочки по своему желанию, воздействуя на нее различными химиче-

скими веществами. Тогда чудесная палочка становится то розовой, то кирпичного цвета, то совсем обесцвечивается. Обесцвеченная чудесная палочка применяется для ускорения свертывания молока: она выделяет так называемый сычужный фермент, свертывающий молоко.

Душистые невидимки

В природе довольно широко распространены также эфирноносные — душистые или ароматные — бактерии. Они встречаются в почве, в воде, на сене, в молоке и молочных продуктах и, вероятно, еще во многих других местах, до которых мы пока не добрались. Ученый Штуцер, например, несколько лет назад обнаружил душистых микробов в... кишечнике черепахи. Недавно у нас в Советском Союзе были выделены ароматные микробы из селедок. Причем душистые вещества, выделяемые этими микробами, оказалось возможным использовать в молочной промышленности: при добавлении к маргарину они придают ему аромат сливочного масла.

Кроме цветочных — «медовых» — запахов, некоторые душистые бактерии издают ягодные и фруктовые ароматы: земляничный, яблочный, грушевый, дынный и ананасный. Акад. Омелянскому, у которого мы заимствовали большинство сообщаемых здесь фактов, удалось выделить бактерию с запахом земляники из молока, свернутого сычужным ферментом.

Есть бактерии, которые сообщают вину, молоку, сырам и сливочному маслу свойственный им «благородный запах». Некоторые микробы, развиваясь еще на зрелых ягодах винограда, заранее способствуют так называемому «благородному гниению» винограда и придают потом вину приятный «букет».

Удачно используют теперь душистые бактерии и в молочном производстве. В Дании, например, масло, приготовленное из пастеризованных сливок, обязательно «заражают» ароматными бактериями. После их размножения это высококачественное масло приобретает превосходный вкус и аромат и дольше сохраняется. При созревании сыров ароматизирующие бактерии играют важную роль, придавая сырам острый запах, возбуждающий аппетит.

Вы видите, что и самые маленькие обитатели нашей планеты — микробы — не лишены порой блеска и яркости. Среди них есть не только тусклые и бесцветные маленькие убийцы — возбудители заразных болезней, но и красочные, душистые и светящиеся микроскопические создания, многие из которых приносят человеку большую пользу.



И. НЕЧАЕВ

10 ноября 1939 г., когда пишутся эти строки, взоры всего мира обращены на узкую ленту земли, протянувшуюся от южной границы Люксембурга до швейцарского города Базеля. Две огромные армии, вооруженные до зубов самым совершенным оружием, какое когда-либо существовало в мире, стоят на этой узкой полосе друг против друга. Никто не знает, когда они ринутся в бой, кто из них победит и кто будет раздавлен. Но одно ясно: от исхода грозных событий, которые разыграются здесь, в огромной мере зависит судьба войны и мира, будущее Европы, и не только Европы.

Пока что, однако, когда речь заходит о войне на западном фронте, говорят не столько об армиях, сколько о каких-то загадочных линиях — линии Мажино и линии Зигфрида. Сами по себе эти имена — Мажино и Зигфрид — развешивают еще очень мало. Это — не имена военных героев, храбрых генералов, главнокомандующих. Мажино был французским военным министром в 1929—1931 гг. Он много потрудился над укреплением восточных границ Франции, но умер еще семь лет назад. А Зигфрид вообще никогда не существовал в действительности. Это — герой древнегерманской легенды, неуязвимый богатырь, победивший карликовый народ Нибелунгов, которые, по преданию, населяли некогда берега Рейна.

Именем этого легендарного героя и именем энергичного французского министра и названы таинственные линии, вдоль которых вот уже два месяца стоят миллионные армии трех великих держав.

Слово «линия» сразу же вызывает представление о чем-то сплошном, непрерывном. В памяти невольно встает Великая Китайская стена — бесконечно длинная непрерывная крепость, которой китайцы пытались две тысячи лет назад отгородиться от воинственных кочевников — монголов. Не походят ли на нее линии Мажино и Зигфрида? Не стену ли, не высоченную ли сплошную стену воздвигли вдоль восточной границы Франции покойный Мажино и его преемники?

Попытаемся во всем этом разобраться.

С самого же начала мы должны разочаровать читателя: линии Мажино и Зигфрида — не сплошные в материальном, физическом смысле. Они скорее напоминают пунктир, чем непрерывную линию, и притом пунктир очень редкий.

И все же это сплошные линии — сплошные линии огня.

Это значит, что на протяжении 350 километров пограничной полосы нет ни одной точки на местности, ни одного клочка земли, который не поражался бы огнем либо с линии Мажино, либо с линии Зигфрида. Каждый квадратный метр приграничной территории, каждый бугорок и каждая ямка, каждое дерево в любую секунду могут быть взяты с той или с другой линии под жестокий обстрел. В какой бы точке ни появился противник — будь то французы на немецкой территории или немцы на французской, — его немедленно поразит огонь. И атакующего будут бить не только с фронта, не только в лоб, но и с боков — наиболее губительным и метким перекрестным, фланкирующим огнем. Ливни свинца и раскаленной стали скрестятся над его головой, подсекут его сбоку, срежут, как нитку, попавшую между двумя острыми лезвиями ножиц.

Такая участь грозит нападающему в любом пункте пограничной зоны. Но есть немало мест, на которых готовы скреститься не два, а множество огненных лезвий. Это те места, по которым всего вероятнее пойдет противник. Это дороги, и особенно узлы, перекрестки дорог. Это мосты, переправы через реки, узкие горные проходы, а также свободные открытые пространства, по которым так заманчиво пустить танки, пехоту, конницу... По таким местам линии Мажино и Зигфрида могут сосредоточить особенно сильный истребительный огонь. Здесь в нужную минуту встанет сплошная стена огня. Огонь, густой, как завеса. Огонь-заграждение.

Задолго, еще в мирное время, были тщательно пристреляны все эти наиболее важные, наиболее угрожаемые пункты. Давно подсчитаны до них расстояния — с точностью до одного метра. Давно определены углы наводки. Давно составлены таблицы стрельбы. Следуя этим расписаниям, можно расстреливать вторгающуюся армию чуть ли не с закрытыми глазами...

Едва только станет известно, что противник движется в таком-то секторе, что он достиг такого-то ориентира — давно намеченного дерева, домика или природного камня, — и на сцену выступит

математика огня, заблаговременно разработанная и тщательно проверенная на опыте.

С передовых постов, из наблюдательных пунктов, в бинокли и через перископы производится непрерывная слежка за неприятелем. Звукоуловители развесили свои длинные «уши», готовые «засечь» любой предательский шум, автоматически и быстро определить, где стреляют вражеские батареи, где движутся танки или летят аэропланы, и помочь навести на них огонь.

Но этого мало. Распространены слухи, что с линии Мажино не только подслушивают звукоуловителями, не только рассматривают противника в бинокли и перископы. В наиболее ответственных пунктах пространство впереди линии прощупывают еще невидимые инфракрасные лучи, чтобы и во мраке ночи и во мгле тумана доносить о приближении противника к огненным рубежам. И недремлющие электрические глаза — фотоэлементы — стоят там на страже и сигнализируют «огонь!», едва только чья-либо подозрительная тень пересечет тоненький лучик их незримого света. Мощный ли это танк, величиною с дом, или группа вражеских саперов, или даже только одинокий разведчик, ползущий брюхом по земле, — все равно: фотоэлемент с великодушным бесстрашием автомата доложит о появлении любого врага и отметит его точное местонахождение. Остальное довершат пули и снаряды — со всей быстротой, на какую они способны...

Итак, линии Мажино и Зигфрида — это сложно организованные, труднопроходимые, непрерывные линии огня.

Откуда же, однако, из чего ведется этот огонь?

Разумеется, из пулеметов и орудий. Из самых обыкновенных пулеметов, из обыкновенных орудий, и притом в большинстве случаев даже не из очень тяжелых орудий. Необыкновенно здесь лишь то, что люди, обслуживающие пулеметы и орудия, находятся под необычайно надежной защитой. Настолько надежна, настолько сильна эта защита, что несколько считанных бойцов могут более или менее уверенно и спокойно удерживать продвижение сотен или даже тысяч врагов в течение очень долгого времени — в течение многих часов, дней, а может быть, и месяцев.

Эту защиту им дают заграждения и закрытия.

Тысячи преград обнаружит на своем пути армия, которая попытается вторгнуться на территорию противника в зоне линии Мажино или линии Зигфрида. И пока она будет их преодолевать, она может быть насмерть обскорвлена огнем, отовсюду наведенным на нее из-за этих преград.

Что же это за преграды?



Прежде всего — все те заграждения, которые подготовлены самой природой.

Надо сказать, что именно природа выполнила самые крупные и самые трудные работы по сооружению линий Мажино и Зигфрида. Строители и той и другой линии с особым удовольствием прибегали к ее помощи при осуществлении своей грандиозной задачи. И понятно почему: работа, сделанная природой, не стоила казначействам Франции и Германии ни одной копейки...

Если природа догадалась подготовить на границе добротную, полноводную реку, через которую не пройти вброд ни пехоте, ни коннице и ни танкам (таков, например, Рейн), фортификаторы с радостью вводили ее в свои системы заграждений. Но и от более мелких рек и ручьев они также не отказывались. Охотно принимались и горы, крупные холмы и всякие другие возвышенности. В ход шли и болота, и старые каналы, и глубокие овраги; все это — заграждения, все это может помешать вторжению противника, а потому и включено в состав линий Мажино и Зигфрида.

Там, где природа оказывалась недостаточно щедрой, военные инженеры ее подправляли. Пологий скат холма круто подрезывался снизу — так, чтобы ни один, даже самый верткий танк не мог бы на него взобраться. Маленькие речки углублялись и расширялись. Броды уничтожались или же их «заправляли» доброй сетью предательских мин...

Но этим, конечно, дело не ограничилось. Выжав из природы все возможное, строители линий Мажино и Зигфрида дополнили ее самыми разнообразными искусственными заграждениями. В подходящих местах вырыты рвы — сухие и наполненные водой. Тысячи замаскированных ям — ловушек для танков — уготовлены в самых неожиданных местах и поджидают «дичи». А плодородные поля Рейнской области обильно и густо засеяны... минами.

Вот дремлет под солнцем необозримое мирное поле. На нем сверкает отличная свежая зелень — не озимь ли? А грунт сухой, прочный, — так и хочется пустить по нему лавину танков прорыва...

Пусть попробуют! Земля задрожит от взрывов, столбы дыма и земли полетят к небу, и подбитые боевые машины, неподвижные и беспомощные, попадут под огонь скорострельной противотанковой артиллерии...

А вот змеится по местности нескончаемые ряды бетонных пирамидок. Высота их невелика: всего какой-нибудь метр. Однако этого достаточно, чтобы остановить продвижение большинства современных танков.

За кустарником во многих местах можно разглядеть какие-то густые, странной формы частоколы. Если присмотреться,

то окажется, что это заостренные стальные рельсы, вкопанные одним концом в землю. Неосторожному танку, который нарвется на них, придется очень туго: его гусеницы хряснут, он остановится и забьется, как пойманный зверь, и тогда внезапно впереди него провалится земля, из потайного люка, как призрак, вынырнет противотанковая пушка и, расстреляв врага в упор, скроется так же неожиданно, как и появилась...

Все подобные заграждения предназначены в первую очередь для танков, но почти все они действительно и против других родов войск. Для пехоты, помимо всего, подготовлена еще проволока — колючая и электризованная, в обоих случаях труднопроходимая...

Но, как известно, всякое действие вызывает противодействие. И препятствия, как говорят, для того и существуют, чтобы их преодолевать.

В самом деле, совершенно непреодолимых препятствий военно-инженерное искусство не знает.

Через реку можно навести мост или поискать брод. Ров можно засыпать или перекрыть мостками. Минное поле обезвредят искусные руки саперов. К крутому скату холма можно подвести земляной вал и по нему влезть, а проволоку можно размотать телом танка, гранатой, перерезать наконец.

Все это, однако, требует времени. А главное, это хорошо делать где-нибудь в тылу, в мирной обстановке, спокойно и не спеша. Но каково заниматься уничтожением препятствий, когда по этим хорошо пристрелянным пунктам безудали хлещет страшный, беспощадно-точный ливень увесистого огня!

Как же быть? Как преодолеть дьявольскую линию преград? Как прорваться на территорию противника?

Для этого есть только один путь: наступающий должен отбросить страх, он должен быть храбр и стоек и не бояться потерь, если он хочет достигнуть цели. А чтобы свести потери к минимуму, надо, штурмуя заграждения, уничтожать тех, кто ведет по ним огонь. Иначе говоря, надо уничтожить боевые укрепления, огневые точки, из которых состоит пунтир линий Мажино и Зигфрида.

Так вот: легко ли это, легко ли раздавить костяк линий Мажино и Зигфрида, легко ли их разрушить?

Точный и правильный ответ на этот вопрос даст, конечно, сама жизнь, ближайшее будущее. Очень возможно, что через месяц, когда вы будете читать эти строки, всем уже будет известно, легко

или трудно было уничтожить укрепления линий Мажино или Зигфрида.

Но сегодня, 10 ноября 1939 г., мы можем только строить догадки и предположения на этот счет. Спросим же военных специалистов, авторитетов обеих воюющих сторон и нейтральных стран: легко ли уничтожить укрепления линий Мажино и Зигфрида?

— Нет, не легко! — единодушно говорят специалисты. — Разрушить укрепления хотя бы на одном участке линий Мажино и Зигфрида — дело невероятной трудности.

Казалось бы, почему так?

Ведь современная военная техника располагает поистине страшными средствами разрушения.

Удар одного только 42-сантиметрового снаряда может превратить в пыль, в атомы чуть ли не целую гору. Земля раздается от одного такого удара на 12 метров в глубину, так что в образовавшуюся яму-воронку можно упрятать целый дом — большой, четырехэтажный дом!..

А 42 сантиметра — калибр знаменитой гаубицы «Большая Берта» — это еще не предел. Есть предположения, что у воюющих держав были заготовлены перед войной орудия еще более крупного калибра — в 50 и даже в 60 и 75 сантиметров.

Не забудем, что существуют еще авиабомбы — тяжелые бомбы, начиненные взрывчатыми веществами грандиозной силы. Во время войны в Испании были случаи, когда от прямого попадания одной такой бомбы огромный столичный семиэтажный дом в мгновение ока разлетался в щепы, как яичная скорлупа под ударом молота.

Чего же, спрашивается, медлить, если есть такие мощные средства разрушения? Казалось бы, чего проще — засыпать линию укреплений противника тысячекilограммовыми «чемоданами», напустить на него тучу бомбардировщиков, разбомбить и разгрохать, в клочья разорвать его огневые точки, чтобы он замолчал навеки, навсегда... Потом выслат саперов. Спокойно, не опасаясь неприятельского огня, они уберут все препятствия, ликвидируют заграждения. И тогда ничто больше не задержит атакующего: на полной скорости в глубь не-

приятельской страны устремятся танки, броневики, мотоциклы, грузовики с пехотой, конница — вся армия вторжения...

Просто и хорошо!

Но во всем этом простом и хорошем плане есть одно «но», один изъян: как ни могущественны современные тяжелые снаряды, как ни разрушительны авиабомбы, но огневым укреплениям линий Мажино и Зигфрида ни те, ни другие все-таки не страшны.

Не страшны!

Это не значит, конечно, что они обладают какой-то сказочной неуязвимостью, что снаряды и бомбы отскакивают от них, как горох. Это значит лишь вот что: укрепления обеих линий рассчитаны так, чтобы их нелегко было разбить даже самой сильной артиллерии и авиации.

Во-первых, чтобы разбить укрепление, в него надо сначала попасть. А чтобы попасть, — надо его увидеть. Между тем все укрепления линий Мажино и Зигфрида укрыты от посторонних глаз так усердно, что неопытный человек, наверно, мог бы исколесить всю область от Люксембурга до Швейцарии и не заметить «никаких крепостей»...

Строители обеих линий старались, чтобы их сооружения как можно плотнее были упрятаны в землю, прижаты к ней, чтобы они незаметно сливались с нею — с горами, с лесом, с местностью. Если бы можно было стрелять из глубины самой земли или из глубоких колодцев, на линиях Мажино и Зигфрида так бы и поступали. Но так как этого-то уж сделать нельзя, то наружу — на вольный свет — высунули только дула пулеметов и орудий, да еще узкие наблюдательные щели или кончики наблюдательных приборов. Все остальное — спрятано, убрано, замаскировано.

Едва-едва, на какой-нибудь метр-два, выступают над землей маленькие железобетонные ящики — коробки с амбразурами, откуда торчат пулеметы, да небольшие вращающиеся броневые башни с орудиями. Чаще всего они расположены на гребнях, на скатах холмов и гор, чтобы из них можно было бить далеко, чтобы снаряды и пули не зарывались в землю, едва вылетев из ствола.

Пригнувшись, распластавшись у самой земли, незаметные врагу, они сами видят и разят далеко. Такое укрепление напоминает огромного хищного зверя с маленькой головой, притаившегося в берлоге. Только зоркие глаза да острые зубы высунуты наружу, а все могучее тело спрятано в земле...

Но огневые точки линий Мажино и Зигфрида не только скрыты от глаз, а и надежно закрыты от удара.

Земля, бетон, железобетон, броня — вот что служит для этого.

Для линии Мажино толщину бетонных закрытий подбирали так.

Инженеры обследовали старый верденский форт Дуомон, который в прошлую мировую войну принял на свои многострадальные плечи ни много, ни мало — 120 тыс. снарядов, и среди них свыше 4 тыс. тяжелых. Казалось бы, после такой чудовищной бомбардировки в форту не должно было остаться «живого места». На самом же деле 13 бетонных убежищ из 18 остались совершенно невредимыми. Инженеры обследовали эти убежища, измерили толщину бетонных перекрытий, записали.

Затем были сооружены специальные бетонные мишени еще большей толщины. С близких расстояний их стали громить 50-сантиметровыми снарядами, бомбить самыми тяжелыми авиабомбами. Инженеры проверили, какой слой бетона способен выдержать такую беспощадную бомбардировку, — и снова записали.

После этого полученные цифры устроили. И вот эту трижды надежную толщину и придали укреплениям линии Мажино!

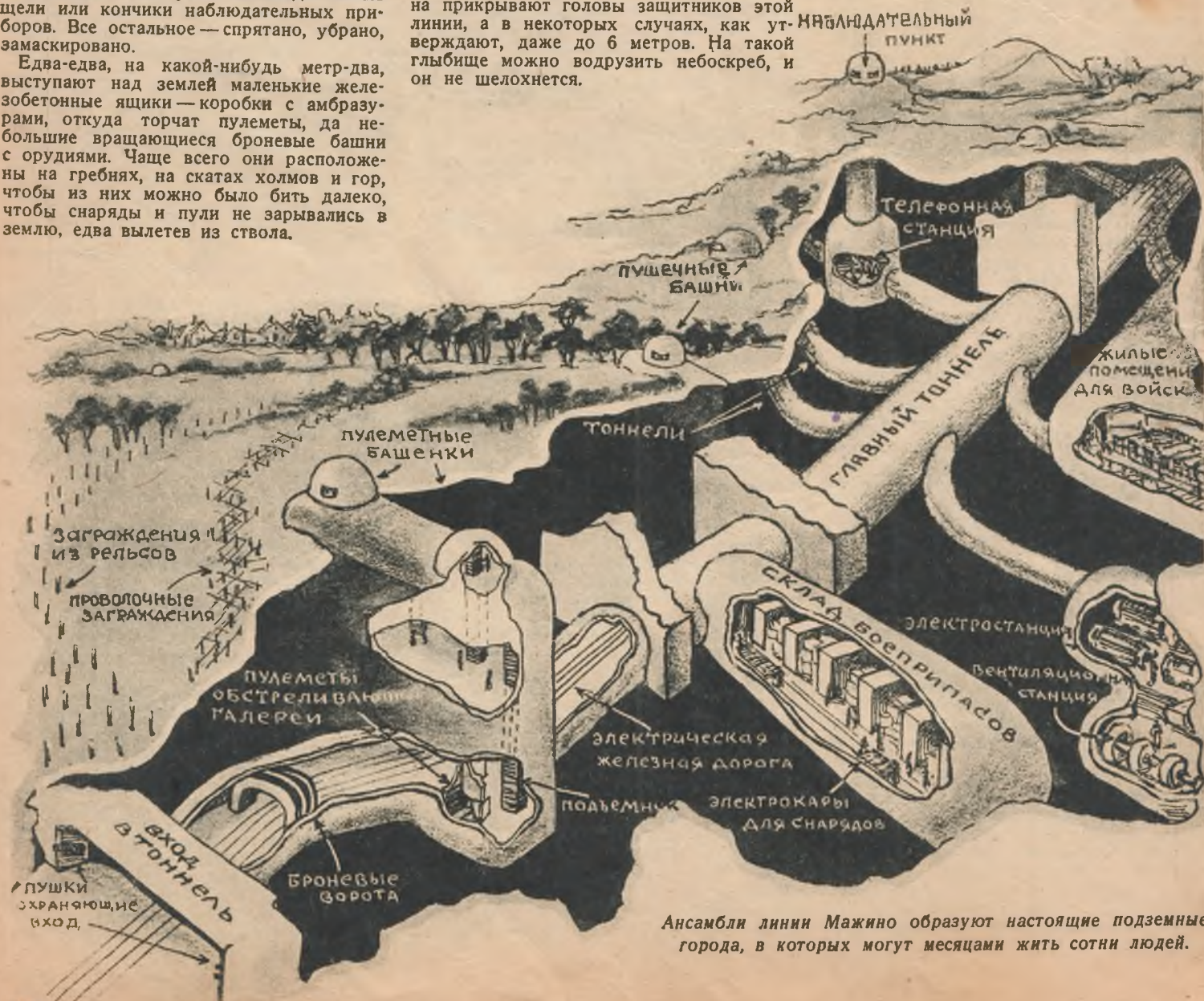
От 1,5 до 3 метров монолитного бетона прикрывают головы защитников этой линии, а в некоторых случаях, как утверждают, даже до 6 метров. На такой глубине можно водрузить небоскреб, и он не шелохнется.

Возможно, правда, что эти цифры на- рочно преувеличены. Но если и преувеличены, то вряд ли на много. Что же касается линии Зигфрида, то она строилась позже линии Мажино, и надо думать, что немцы учли опыт французов. Наверно, там бетон и броня еще тверже, еще надежнее.

Совершим теперь мысленно путешествие вдоль всей линии Мажино, чтобы окончательно уяснить себе ее организацию и устройство. Мы выбираем для этого французскую линию укреплений, а не германскую, потому что о первой в печать проникло гораздо больше сведений, чем о второй. Дело тут, конечно, не в том, что французы — народ более пылкий, более общительный и разговорчивый, чем немцы. Просто линия Мажино начала строиться задолго до линии Зигфрида — еще в 1929 г., и за десять лет в европейские газеты и журналы успело всякими правдами и неправдами просочиться великое множество «страшайших секретов» ее устройства. Впрочем, французы, повидимому, даже нарочно щеголяли и открыто хвастали мощью своих восточных укреплений, чтобы напугать противника...

Итак, в путь! Наденем шапки-невидимки и незаметно проскользнем на французскую территорию из швейцарского города Базеля, вблизи которого начинается франко-германская граница.

Первые 160 километров этой границы идут по Рейну — отличной глубокой реке, как будто специально созданной самим господом богом для защиты от втор-



Ансамбли линии Мажино образуют настоящие подземные города, в которых могут месяцами жить сотни людей.

жения танков. Параллельно Рейну тянется Рейнско-Ронский канал — прямой, аккуратный и чопорный, как все каналы мира. Западнее канала и параллельно ему течет еще одна река — Иль, приток Рейна. За нею расположена новая преграда — Вогезские горы.

Четыре мощных естественных барьера! Ясно, что эта часть границы мало удобна для вторжения во Францию. Ее защищают поэтому здесь почти исключительно небольшие укрепления — одиночные, разрозненные бетонные блокгаузы, или казематы, вооруженные пулеметами и орудиями.

Эти блокгаузы идут на расстоянии 1—2 километров друг от друга, в два ряда. Лишь там, где через реку имеются удобные переправы, огневые точки собраны более густо и в несколько рядов.

Но вот кончились труднопроходимые естественные барьеры. Недалеко от Карлсруэ граница резко уходит в сторону от Рейна, поворачивая на северо-запад. Мы попадаем на север Эльзаса, а отсюда — в густо населенную промышленную Лотарингию. Отсюда ведет наиболее удобный, наиболее прямой и короткий путь в глубь страны — на Париж. И здесь же, на этом же пути, в двух шагах от границы, скопились во множестве богатейшие железные рудники, домы, сталелитейные и химические заводы. Это — сердце тяжелой промышленности Франции. Достаточно одного меткого молниеносного удара из-за границы — и это сердце перестанет биться...

Вот где, следовательно, находится наиболее угрожаемый, наиболее ответственный участок линии Мажино. И именно тут, наверно, сосредоточены ее сверхмощные, грандиозные укрепления — те самые, о которых вот уже несколько лет подряд, надрываясь, кричат все европейские газетные сороки.

Нахлобучим же поглубже наши шапки-невидимки и поищем эти таинственные укрепления.

Первым делом мы и тут натываемся на одиночные бетонные «будки» — блокгаузы. Прижавшись к земле, к скалам, к опушкам лесов и окраинам деревень, незаметные и незаметные, они рассыпались вдоль границы все тем же редким, но многорядным, нигде не прерывающимся строем.

Скоро мы, однако, обнаруживаем в этой редкой сети и более крупные узлы: примерно через каждые 4—6 километров, на наиболее удобных холмах, на возвышенностях, господствующих над окружающей местностью, стоят сложные группы укреплений — увражи, как называют их французы.

А через каждые 20—30 километров расположены еще более мощные скопления укреплений — ансамбли.

Не будем задерживаться на увражах: эти промежуточные укрепления — просто уменьшенные копии ансамблей. Направимся прямо к одному из больших ансамблей, проникнем наконец в самое святылище линии Мажино.

Вот обширная возвышенность, господствующая над огромной долиной. Обыкновенный, пустынный холм — ничего примечательного. Но, когда вы попытаетесь к нему подойти поближе, вы натолкнетесь на скрытые, хорошо замаскированные преграды — уже знакомые нам минные поля, рвы, заграждения из рельсов, проволоку. И только уже взобравшись на самый холм, удастся рассмотреть кое-где круглые броневетовые башенки, ошестинившиеся пулеметами и орудиями. Их десяток или два. Разбросанные далеко, за сотни метров друг от друга, они кажутся сиротливыми и совсем мизерными на широкой груди холма.

И тем не менее эти десять или двадцать едва заметных металлических гри-

бов, скромно притулившись на гребне и склонах возвышенности или гряды возвышенностей, в действительности образуют необычайно грозный огневой ансамбль — самую мощную сухопутную крепость, какую когда-либо видел мир.

...С резким металлическим скрипом одна из башен приходит во вращение. Черное дуло орудия, как гигантский глаз, шарит по горизонту. Вот оно поднялось немного вверх и замерло. Снова все тихо. Нигде не заметно ни одной открытой щелки, ни одного признака жизни — как в наглухо закрытом танке.

Но внутри ярко горит свет, сидят люди. Несмотря на тесноту, в помещении царит идеальный порядок. Ослепительно сияют начищенные части приборов, механизмов, оружия. Все это удивительно точно напоминает внутренность боевого корабля.

Вентиляторы беспрерывно нагнетают сюда свежий воздух. Когда идет стрельба, начинают работать и отсасывающие вентиляторы, удаляя из помещения пороховые газы. Стреляные гильзы и ящики из-под боеприпасов автоматически увлекаются конвейером и исчезают где-то



Сооружение противотанковых укреплений на линии Зигфрида.

глубоко внизу, в преисподней. А навстречу им, наверх, ползут пулеметные ленты, снаряды и сами даются в руки пулеметчикам и артиллеристам — только, знай, стреляй!..

Отсюда, из этого тесного каземата, пять-десять человек, защищенные броней и бетоном, будут часами громить батальоны противника, волна за волной идущие в атаку. А когда бой стихнет или просто придет время им смениться, они сядут в лифт — в обыкновенный лифт, как в наших домах, — и помчатся вниз, в подземелье, в недра холма, где для них уготовлен и отдых, и покой, и пища.

Спустился и мы с ними. Мелькают стены бетонного колодца, подземные ходы, ответвления. Стоп: приехали! Это — казармы, на глубине 20, 30 или даже 40 метров от поверхности земли.

Как бы ни неистовствовала снаружи канонада, как бы ни грохотали пушки и ревели боевые аэропланы, здесь царит мертвая тишина. В полной безопасности отдыхают бойцы после напряжения боя. Можно поест, поспать, выкупаться под душем, поразвлечься. Здесь же или еще ниже в бетонных галереях находятся госпиталь, зал заседаний, даже кино.

На следующем «этаже» помещаются пороховые и пищевые склады, мощная электростанция, телефонная станция, во-



Линия Зигфрида. Связисты в подземном форту.

докачка. Это — целый городок. Неприступный подземный город с огромными, многомесячными запасами еды, топлива и боеприпасов, способный как угодно долго жить изолированной, самостоятельной жизнью.

Но где же выход из этого подземелья? Не через жерла же пушек попадают сюда люди из вольного мира?!

Конечно, нет. Как и из всякого порядочного города, отсюда выезжают по обыкновенной железной дороге. Несколько минут мчится под землей электрический поезд, — сколько мы проехали, 2 километра или 5? — и вот уже забрезжил дневной свет, и мы снова под открытым небом, где-то далеко в тылу.

Наше путешествие по линии Мажино закончено. Не махнут ли теперь обратно, через фронт, чтобы заодно уже ознакомиться поподробнее и с линией Зигфрида? Но стоит ли? Мы найдем там такие же или сходные заграждения и укрепления.

Разница между обеими линиями заключается главным образом в том, что у немцев, повидимому, гораздо меньше подземных гигантов, но зато блокгаузы у них расположены гуще, чем у французов, — до тридцати штук на 1 километр границы.

Линия Зигфрида и в глубину развернута больше, чем линия Мажино: ее укрепления идут ряд за рядом, отступая на много километров от границы. Есть у немцев и вторая линия укреплений, уже совсем глубоко в тылу, и даже третья линия, удаленная на 200 километров от границы...

Военные специалисты различных стран еще до начала войны тщательно обсуждали: как же быть наступающей армии, если перед ней стоит столь могущественная непрерывная преграда, как линия Мажино или линия Зигфрида?

Были выдвинуты хитроумные планы, на страницах военных журналов было подробно расписано, как, какими средствами, в каком порядке надо штурмовать укрепленные районы, подобные тем, которые созданы по обе стороны франко-германской границы.

Такой штурм, в этом можно не сомневаться, будет небывало кровопролитным. Наступающий, конечно, атакует линию противника не на всем ее протяжении — на это нехватит никаких сил, — а только на одном узком участке. Сюда он стянет наиболее мощные свои наступательные средства — артиллерию, авиацию и танки, и притом в таких колоссальных количествах, какие, наверно, еще никогда не применялись в истории военного дела. Он противопоставит броню броне, огонь — огню, безумные скорости машин — упрямой неподвижности бетона.



Ряды железобетонных пирамидок должны служить преградой для танков противника.

Это будет жестокая схватка!

Опередим события и попробуем себе представить заранее это грандиозное сражение. Допустим, что оно произойдет... ну, хотя бы 21 февраля 19.. года — в годовщину начала памятной атаки под Верденом.

...Ровно в шесть часов утра 21 февраля 19.. года над Энским участком «неуязвимой» линии X при ясном небе и тихой погоде разражается внезапная гроза. Несколько тысяч орудий, сосредоточенных по ту сторону границы на узком фронте в 15—20 километров, одновременно открывают огонь. Густым градом, непрерывно и неумолимо падает стремительная сталь на луга, поля и леса, где притаились замаскированные заграждения и укрепления противника. Земля вскипает на линии X. Она бьет фонтанами кверху, корежится и дыбится, корчится в судорогах под ударами тысяч, десятков тысяч снарядов! Скоро местность оказывается изрытой, перепаханной, развороченной до неузнаваемости; вся в буграх, в ямах, в провалах, изуродованная и страшная, она больше напоминает бушующее море, чем неподвижную землю.

Этого как раз и нужно атакующей армии. Ее артиллеристы знают, что разбить все укрепления противника им не удастся: слишком это малые и незаметные цели, слишком прочны их броня и бетон. Но если и нельзя уничтожить большинство огневых точек линии X, то можно, по крайней мере, их подавить — ослепить, оглушить их защитников, нагнать на них страху. Надо нагромоздить горы земли перед амбразурами и у наблюдательных приборов, чтобы обороняющийся не видел дальше своего носа, чтобы он не мог стрелять дальше нескольких десятков метров.

На мгновение канонада стихает — и над линией X появляется авиация. Небо не вмещает всех машин — так много их. Десятки, сотни пикирующих бомбардировщиков с ревом ныряют к земле, как

ястребы, и в упор швыряют тонны бомб на блокгаузы и бронебашни. Огненные стены вырастают вокруг укреплений, под некоторыми из них оседает земля, и могучие глыбы бетона перекашиваются, накрываются в стороны. Гарнизон огневых казематов гложет от чудовищных взрывов. Силой взрывной волны людей поднимает с пола и швыряет, расплющивает о стены и о стволы пушек.

Много раз чередуются огневые налеты артиллерии и авиации. Наконец подается сигнал к атаке.

Белые завесы густого, непроницаемого дыма выползают с обоих боков штурмового района, чтобы отрезать, отсеять его от соседних укреплений, изолировать его, лишить какой бы то ни было помощи с флангов. И с тыла его нужно отрезать, иначе обороняющийся быстро подтянет резервы к участку прорыва, с удвоенными силами набросится на атакующего и вышвырнет его вон, даже если ему на время и удастся просочиться через фронт линии X.

Только отрезав обреченный участок от всего внешнего мира, можно еще надеяться на успех атаки. И вот дальноточная артиллерия атакующего обрушивается на тылы противника, и сотни самолетов устремляются туда же бомбить, разрушать, подавлять.

Тем временем огромные, тяжелые танки, танки с толстейшей броней, вырываются из укромных убежищ и устремляются прямо на линию X. Вместе с ними, под их прикрытием, идут саперные танки и бронированные прицепы с штурмовой пехотой.

Под огнем противника — он ведь не уничтожен, он только немного ослаблен, — под убийственным огнем блокгаузов, уражей и ансамблей гигантские машины преодолевают препятствия. Саперы устраивают проходы в минных полях, помогают танкам взять чересчур крутые подъемы.

Тяжелые бронированные машины окружают наконец укрепления.

Прямой наводкой, в упор бьют атакующие танки по пулеметам и орудиям, выглядывающим из укреплений. Огненные танки выпускают красные шипящие струи жидкого огня прямо в амбразуры. И саперы также не теряют времени: они прыгают из машин, ползут к укреплениям — в пасть врагу — и залепляют, замазывают амбразуры асфальтом или жидким бетоном, забрасывают песком и камнями прорези во вращающихся башнях.

Главное — это заставить замолчать огневые точки линии X, чтобы дать возможность пройти вперед основной массе танков, легких и средних, а также пехоте.

Есть! Цель достигнута! Противник захлебнулся и замолчал. Молчат его искверканные пулеметы, молчат заглушенные орудия. Он ослеплен и парализован.

Что же дальше?

Надо идти вперед — глушить соседние огневые точки, привести к молчанию следующий ряд бронебашен.

Но ведь противник еще цел, он еще сидит под ногами атакующего, в своем неприступном подземном городе. Как же пробраться к нему? Как выковырять его оттуда?

Придется его пока оставить и идти дальше. А затем, ночью, за него возьмутся инженерные войска. Они установят мощные буровые машины и начнут бурить бетон, как бурят твердые горные породы. В пробуренные отверстия заложат огромные заряды взрывчатых веществ и подорвут. Так, шаг за шагом, будет раскошена подземная крепость со всеми ее этажами.

Но, конечно, противник не будет сидеть сложа руки и ждать разгрома своих укреплений. Он вышлет навстречу атакующему авиацию и танки, он обрушит на него огонь своей артиллерии, он пошлет в контратаки пехоту. В конце концов победит тот, кто сумеет изолировать тылы противника, кто вовремя подведет резервы, чтобы качать их в образовавшуюся брешь, как цемент в пробойну. Победит тот, у кого будет превосходство в технике, в живой силе, кто проявит более высокое боевое искусство и большее мужество.

Будет ли на самом деле прорыв линии Мажино или Зигфрида выполняться так, как здесь описано? Весьма возможно. Но возможно, что и не так. В войне, особенно в начале войны, нельзя быть пророком. Ближайшее же будущее может принести нам любые сюрпризы.

Не исключено, что каждая из воюющих сторон разработала и держит в наготове какие-то новые, неведомые планы прорыва укрепленной линии противника. Может быть, в ход будут пущены подземные мины и мир станет свидетелем еще небывалой подземной войны. Может быть, атакующий попытается «перешагнуть» через укрепления с помощью грандиозных авиадесантов, высаженных в тылу укрепленного района. Или, может быть, где-нибудь под стражайшей тайной готовятся какие-то новые, сверхмощные средства разрушения, перед которыми не устоит ни броня, ни трехметровый бетон.

Наконец, возможно и даже очень вероятно еще и другое: воюющие стороны просто решат обойти и укрепленные линии противника. Через территории соседних государств — Бельгии, Голландии или Швейцарии — они попытаются вторгнуться в неприступную страну, миновав с фланга грозные укрепления линии Мажино или Зигфрида.

Поживем и увидим, как развернутся события. Может быть, когда почта доставит вам этот журнал, судьба линий Мажино и Зигфрида уже определится с полной ясностью...



Новый череп Неандертальца

Роя яму под фундамент для пристройки к своей маленькой гостинице, расположенной на мысе Монте-Чирчео, километрах в восьмидесяти к югу от Рима, трактирщик Антонио Гваттари обнаружил пещеру, не имевшую выхода наружу. Дно ее было сплошь покрыто костями каких-то неизвестных ему животных. Вызванный из Рима профессор Альберто Блан распознал в этих костях останки доисторических слонов, мохнатых носорогов, гигантских лошадей и оленей, медведей и пантер, водившихся в Европе несколько десятков тысяч лет назад.

Но самой ценной находкой, обнаруженной у гостиницы Гваттари, оказался череп неандертальского человека.

Неандертальцами антропологи называют первобытных пещерных людей, живших несколько десятков тысячелетий тому назад. Впервые остатки этих людей были найдены в 1856 г. в Германии, близ Дюссельдорфа, в долине Неандерталь, откуда и происходит название «неандертальский человек».

Кости неандертальцев после этого не раз находили в разных местностях Европы, Азии и Африки, но никогда еще не удавалось видеть череп, который так прекрасно сохранился бы, как тот, который найден сейчас в Монте-Чирчео. Единственное повреждение на нем — трещина на правом виске; по всем признакам, она причинена смертельным ударом дубины в схватке, происшедшей восемьдесят тысяч лет назад.

Счастливая случайность сохранила нам этот череп. Горный обвал засыпал вход в пещеру и до наших дней сохранил в неприкосновенности все ее содержимое.

Ни одной другой человеческой кости в пещере не найдено. Это заставляет думать, что голова убитого была принесена сюда как военный трофей или для совершения обряда.

Еще несколько лет назад директор Антропологического института в Риме, профессор Серджи, изучая другие найденные в Италии неандертальские черепа, обратил внимание на форму их затылочного отверстия. Она показывала, что позвоночный столб у неандертальца отходил от черепа прямо вниз. Серджи заключил отсюда, что у неандертальцев голова была поставлена прямо, а не выдавалась вперед, как у гориллы, что они стояли и ходили прямо, а не сгорбившись по-обезьяньи.

Это мнение Серджи противоречило прежним взглядам антропологов, и не все признавали его справедливость. А теперь оно получило полное подтверждение: прекрасно сохранившийся череп с Монте-Чирчео окончательно доказывает, что неандертальцы были более похожи на современных людей, чем было принято считать раньше.



Есть ли жизнь на других планетах?

Этот вопрос интересует уже сотни лет не одних только астрономов. Чем дальше, тем яснее становится, что на большинстве планет вряд ли может быть что-либо похожее на то, что мы называем живыми существами. Ни Меркурий, сильно накаляемый Солнцем, ни холодные гиганты Юпитер и Сатурн, ни, тем более, Уран, Нептун и Плутон, совсем скудно освещаемые солнечными лучами, не представляют благоприятных условий для жизни. Иное дело — наш ближайший сосед Марс. Правда, до сих пор не было реальных доказательств того, что на Марсе есть жизнь, но, с другой стороны, не было и оснований утверждать, что она там безусловно невозможна.

Исследования Марса ведутся особенно энергично в периоды великих противостояний, когда он ближе всего подходит к Земле. Последний раз это было летом и осенью текущего года. Очень интересные результаты получил в это время американский астроном Слифер.

Применив специальную фотоаппаратуру, Слифер сумел впервые получить цветные фотографии Марса. Эти снимки обнаружили неожиданные факты: оказалось, что очертания поверхности Марса сильно изменяются.

Еще в 1659 г. знаменитый физик и астроном Гюйгенс заметил на поверхности Марса какие-то темные пятна. Впоследствии

многие астрономы наблюдали и зарисовывали эти «моря» и «озера», как их называли, хотя более мощные телескопы показали, что эти пространства заняты не водой (под лучами солнца вода блеснула бы, а этого никогда не замечалось).

Размер и очертания пятен довольно постоянны. Однако, как обнаружил Слифер, на этот раз пятно, которое примыкает к южной полярной «шапке», состоящей, повидимому, из снега и льда, резко изменилось. На снимках видно, что это большое синее-зеленое пятно увеличилось в размере и расплзлось по оранжево-красной поверхности планеты. Слифер еще не опубликовал полностью результаты своих наблюдений. Но вот что он утверждает уже в первом сообщении. По его словам, он получил веское доказательство того, что пятно представляет собой буйно разросшуюся растительность. Она разрослась с наступлением на Марсе весны, когда снега полярной «шапки» стали таять.

Наука располагает способами даже на таком большом расстоянии, как от Земли до Марса, распознать хлорофилл — красящее вещество, придающее растениям их зеленую окраску. Слифер решил применить эти методы. И если «детектор» хлорофилла, то есть «обнаружитель» хлорофилла, даст утвердительный ответ, то можно будет с уверенностью сказать, что жизнь, по крайней мере растительная, на Марсе есть.

Беловежская

А. ПОНОМАРЕВ

В Западной Белоруссии, недалеко от города Бельска, находится всемирно-известный заповедник — Беловежская пушча. Это — огромный вековой лес, раскинувшийся на территории в 1344 квадратных километра.

Чаще всего здесь встречается сосна, ель, береза, осина и ольха — деревья, обычные и в средней полосе СССР. Но к ним примешиваются в довольно большом количестве и породы более южного происхождения: дуб, ясень, клен, граб, липа и вяз.

Из обширных непроходимых болот, занимающих значительную часть заповедника, берет начало много рек и речек. Главные из них: Нарев, Наревка и Лесна.

Климат Беловежской пушчи сильно отличается от климата ее окрестностей. Он гораздо суровее. Весна здесь обычно запаздывает недели на две, и весенние заморозки кончаются поздно. Лето бывает туманным, пасмурным и дождливым. Осень — с теплыми, сухими днями и холодными туманными ночами. Зима — короткая, теплая и часто совсем бесснежная.

Дремучие леса пушчи дают приют и пищу множеству зверей и птиц. Здесь водятся олени, косули, кабаны, волки, рыси, барсуки, лисы, куницы, зайцы, глухари, тетерева, рябчики и черные аисты.

Мировую известность Беловежской пушчи создали стада зубров — животных, относящихся к семейству быков. Зубр — единственный крупный зверь доисторического периода, доживший до наших дней. Рост его достигает 1,8 метра в плече, длина 3,6 метра. Тело зубра массивное, неуклюжее. Рога короткие. Загривок очень высок и образует настоящий горб. Окраска бурая, коричневая. Вся передняя часть тела покрыта длинными темнобурыми волосами.

Зубры бродят по болотистым лесам небольшими стадами, питаются листьями, молодыми побегами и корой деревьев.

Брачный период зубров падает на конец августа и начало сентября. В это время между зубрами-быками происходят ожесточенные битвы, часто кончающиеся гибелью одного из их участников. В мае-июне зубры-коровы в укромных уголках леса телятся. Корова-зубр бережно охраняет своего теленка и скорей погибнет сама, чем даст его в обиду. Зубры пугливы и скрытны, и только во время спаривания старые зубры-быки могут быть опасны для человека.

В доисторическую эпоху зубры, как и их современники — мамонты, были широко распространены в Европе и в Сибири. Во времена Цезаря они еще водились в Германии и Бельгии. Но к началу XX века зубры сохранились только в Беловежской пушче и в лесах Кавказа. Кавказские зубры были истреблены бело-

гвардейскими бандами во время гражданской войны. Большинство беловежских зубров также погибло во время войны, но полностью этот редчайший зверь, к счастью, не был уничтожен.

История Беловежской пушчи вкратце такова. Свое название она получила от белой сторожевой башни («вежи»), построенной в 1276 г. в городе Каменец-Литовске западнорусским князем Владимиром Васильковичем.

В те времена лесной массив пушчи доходил до этого города. Местность эта была слабо заселена славянскими и литовскими племенами.

Благодаря обилию крупной дичи Беловежская пушча стала излюбленным местом охоты сначала для западнорусских и литовских князей, потом для польских



пуща

королей, а впоследствии и для российских самодержцев.

О том, как много водилось здесь зверя в прежние времена, показывает такой факт: в 1409 г. литовский князь Ягайло целую зиму охотился в пуще на зубров, лосей, оленей и кабанов; при этом зверей было убито так много, что их мяса хватило на пропитание стотысячного польско-литовского войска.

При короле Сигизмунде I была создана постоянная охрана Беловежской пуши и издан особый закон об охране лесов (1538 г.). Вместе с этим Сигизмунд I, а после него и другие польские короли щедрой рукой раздавали заповедные земли пуши разным шляхтичам. Так же поступали и русские цари; например Екатерина II отрезала графу Румянцеву 20 тыс. десятин земли Беловежской пуши.

На территории пуши постоянно рубился лес; при Николае I этим занимались даже частные фирмы.

Зубров с течением времени в пуще становилось все меньше и меньше. Коронованные «охотники» истребляли их хищнически.

Особенно сильно опустошал Беловежскую пушу последний русский царь Николай II. Для царских охот звери заранее сгонялись в особый загон, либо целый участок леса оцеплялся солдатами и крестьянами, и все животные выгонялись под пули царя и его свиты. Это гораздо больше напоминало бойню, чем настоящую охоту.

В царском охотничьем угодье, конечно, не велось и не могло вестись планомерной научной работы. Только незадолго перед мировой войной Беловежскую пушу посетила группа русских зоологов,

Рис. Н. Смольяникова

которой удалось провести ряд научных исследований.

В начале мировой войны 1914 г. в Беловежской пуще было около 600 зубров. Ко времени занятия пуши германскими войсками (1915 г.) там сохранилось только 250 зубров. Германское правительство вывезло часть зубров в Восточную Пруссию. Оставшиеся в пуще зубры были поголовно истреблены браконьерами и дезертирами.

После мировой войны Беловежская пуща вместе со всей Западной Белоруссией была захвачена Польшей.

Польское правительство сначала не принимало мер к охране Беловежской пуши. В ней производилась рубка леса. Но потом, стремясь во всем подражать великим державам, польское правительство спохватилось и объявило Беловежскую пушу «национальным парком». Давая это название, оно подражало Соединенным штатам Америки и, повидимому, нисколько не было смущено тем обстоятельством, что польский «национальный» парк оказался на территории, населенной белоруссами.

В 1929 г. в Германии были закуплены 4 зубра и завезены в Беловежскую пушу. Условия для их жизни и размножения здесь исключительно благоприятные. Сейчас в пуще имеется около 20 зубров.

Во время недавних событий, когда польские офицеры, наголову разбитые в открытом бою, удирали за границу, оно напоследок решило «отыграться»... на беззащитных зубрах. Эти подлецы пытались перебить ценных зверей пуши и поджечь музей заповедника. Но местное население помешало им осуществить свой варварский замысел.

С освобождением Западной Белоруссии от панского ига Беловежская пуща попала в руки настоящего хозяина — она стала собственностью белорусского народа. В развитии народного хозяйства и науки Западной Белоруссии пуща несомненно сыграет большую роль.

Академия наук СССР и Академия наук БССР уже приступили к изучению этого обширного заповедника.





А. НЕКРАСОВ

Рис. В. Голицына



Противник обнаружен.

Эскадра идет на сближение. На горизонте показались дымки. Вот уже видны силуэты кораблей неприятеля.

Дан сигнал о разворачивании главных сил. Корабли строятся в боевой порядок. Усиленно дымя, разваливая буруны, несутся по морю огромные стальные коробки, наполненные сложными машинами, боеприпасами и тысячами людей. Эскадра готова к атаке.

Вот развернулись флаги на сигнальной рее флагмана. Сигнальщики прочли, отрепетовали и доложили сигнал командирам кораблей.

Разноцветные полотнища трепещут на ветру. Секунда, две, три... Сейчас флаги стремительно упадут, и сигнал примет исполнительное значение. Морской бой начнется.

С этого момента время на кораблях будут мерить секундами, каждая из которых часто важнее всей прошлой жизни целого флота.

Для этих коротких секунд морского боя строились и вооружались эскадры. Для них годами воспитывались и обучались тысячи людей. Для них на учениях и походах сгорели озера нефти, горы угля, эшелоны пороха. Каждая из этих секунд стоит огромных средств, а иногда и тысячи человеческих жизней.

Любой просчет, любая ошибка может стоить поражения в морском бою. И поэтому, прежде чем дать сигнал о начале боя, флагман должен твердо решить все основные вопросы, от которых зависит исход сражения. И тогда, — если ожидаемый результат стоит возможных потерь, — тогда флагман бросает эскадру в бой.

Вот это искусство предвидеть исход морского боя и есть самое ценное качество флотоводца.

А для того чтобы предвидеть исход боя, нужно прежде всего знать, что должен дать этот бой.

Вопрос как будто нелепый. Каждый знает, что бой должен принести победу.

Но что считать победой в морском бою?

На суше мы знаем, что такое победа: разгромить, уничтожить силы противника, прогнать его с поля сражения и закрепить за собой занятую территорию.

А в море это не всегда так. Прогнать флот противника иногда еще не значит победить.

До сих пор, например, идет спор о том, кто вышел победителем в знаменитом Ютландском бою 1916 г. — самом крупном морском сражении за все время существования флотов.

Англичане утверждают, что победил адмирал Джелико, потопивший одиннадцать германских кораблей и прогнавший германский флот из Северного моря.

А немцы уверяют, что победил адмирал Шеер, потопивший четырнадцать английских кораблей и сумевший без больших потерь вывести свои главные силы из боя с сильнейшим противником.

Об этом сражении написаны десятки книг, но кто из спорящих прав — не решено до сих пор. Ясно одно: что прогнать противника — мало. Потопить его корабли — тоже не всегда достаточно. История морских войн знает случаи, когда, заняв фарватер, корабли тонули там, расстрелянные противником или взорванные собственным своим экипажем, — и это было их победой: своими корпусами мертвые корабли запирали фарватер и мешали флоту противника выполнять возложенные на него задачи.

Так было, например, в 1854 г., когда русское командование затопило Черноморскую эскадру у входа в севастопольскую бухту и этим лишило корабли союзников возмож-

ности поддержать артиллерийским огнем свои десанты.

Бывает и так, что, отвлекая на себя огонь противника, какой-нибудь корабль бьется один с целой эскадрой, бьется до конца и хотя и погибает в бою, но одерживает победу, так как дает возможность произвести нужные маневры остальным кораблям своего флота.

А может быть и так, что, поддерживая сухопутные войска или десантные операции, корабль погибнет от мины или от огня противника, но считать его гибель поражением можно только в том случае, если он не успеет выполнить свою задачу. Значит, и здесь уничтожение корабля противником не всегда может быть названо его победой.

Пожалуй, единственно правильное определение морской победы таково: победить в морском бою — значит выполнить те задачи, которые возложены на флот, и помешать противнику выполнить его задачи.

Уничтожение по частям флота и баз противника, борьба за морские пути, защита своих баз и берегов от вторжения неприятельских войск, десантные операции и поддержка флангов сухопутных армий, выходящих к морю, — вот те основные задачи, которые возлагаются в наше время на флот. Чтобы решить эти задачи, отдельным кораблям и соединениям боевых кораблей обычно приходится вступать в бой с кораблями противника.

Управление современным морским боем — трудное и сложное искусство. Но и раньше, в эпоху парусных кораблей, целиком зависевших от ветра, командовать боем на море было трудно. Нелегко управлять и одним таким кораблем, а как же справиться, когда десяток-другой больших парусников должен напасть на флот противника или отбить нападение? Ведь стоит двум таким кораблям слишком сблизиться друг с другом — и все пропало. Затрещат реи, оборвутся ванты, за-

полощут паруса, корабли безнадежно сцепятся друг с другом, и из управляемых боевых единиц, способных занять нужное для боя положение, они превратятся в беспомощные мишени.

Значит, нужна система, нужен порядок при совместном плавании и при совместных действиях флота. Этот порядок столетиями создавался и закреплялся в виде строев и эволюций.

Вы видели, как летают гуси? Гуськом, один за другим. Вот такой строй — гуськом, или «строй кильватера», как его называют моряки, изобретен очень давно. Этот строй уже немного развязывает руки адмирала и дает ему возможность управлять боем. Нужно только выучить командиров вести свои корабли за кормой адмирала, помнить место в строю и правильно держать расстояние до переднего соседа — мателота.

Но такой строй не всегда удобен. Вот нужно, допустим, сразу силой всех кораблей ударить по сгрудившемуся флоту противника. Что тут делать?

Итти гуськом прямо на него нельзя. Ведь задний мателот не сможет стрелять через палубу своего флагмана, а подходить сбоку и долго и не всегда можно, да и опасно: как только первый корабль попадет в сферу обстрела, на нем сосредоточится огонь всей артиллерии противника, его выведут из строя, а потом, когда подойдет второй, займутся им — и так расправятся со всей эскадрой.

Нет, строй кильватера здесь не годится. Здесь нужен строй фронта. И вот, по сигналу флагмана, корабли делают поворот все вместе — «все вдруг», как говорят моряки, — и дальше идут в новом строю.

Таким строем труднее управлять, но зато можно сразу навалиться на противника и обрушить на него силу всей артиллерии.

А как совершить этот поворот «все вдруг»?

Для того чтобы положить парусный корабль на новый курс, мало повернуть руль — «положить руль на борт». Надо изменить и положение парусов. Придется, значит, поновому повернуть и закрепить реи, перевязать шкоты и брасы — толстые веревки, которые удерживают паруса... К этому нужно подготовиться... Да и не все корабли одинаково быстро справятся с таким поворотом.

Вот отсюда и пошел порядок флажной сигнализации. Адмирал поднимает группу флагов, которая означает, скажем:

«Поворот все вдруг вправо на 8 румбов».

Сигнальщик репетует, то есть повторяет, сигнал:

«Ясно вижу, все вдруг вправо на 8 румбов».

Командир готовит судно к повороту. Раскрепляются снасти, на мачты, на брасы и на шкоты ставятся лишние люди. Все готово. Но поворота еще нет.

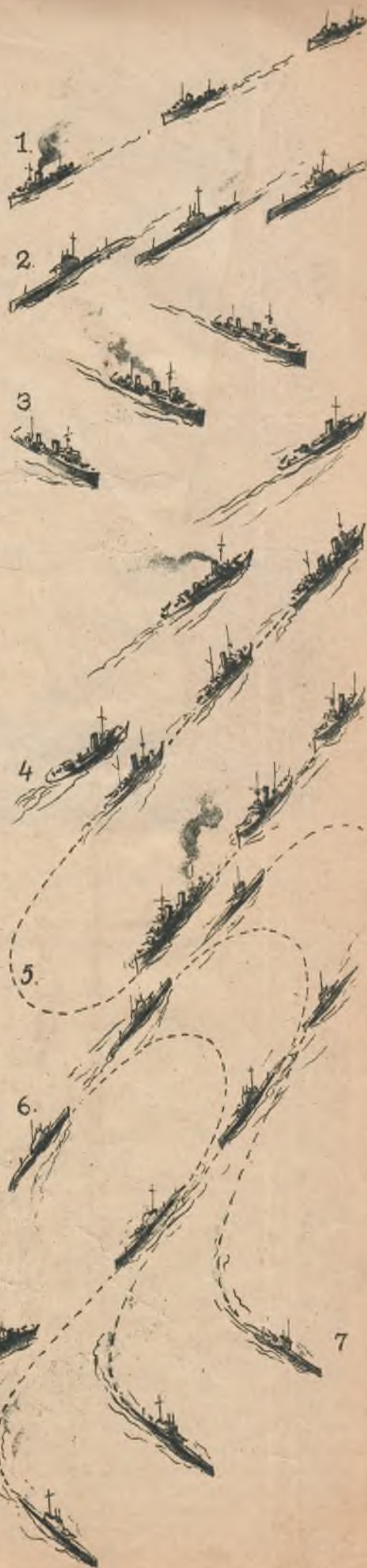
Сигнал все еще трепещет на рее флагмана. Но вот он дрогнул и спустился вниз. Тогда сразу руль на борт... Брасы тянуть! Крепить! Свистят боцманские дудки, на палубе беготня, суета, но зато в строю нет суеты, поворот сделан всей эскадрой разом.

Я не застал эскадренных плаваний парусного флота, но я видел картину Айвазовского, на которой изображен парад русских парусных кораблей. Должно быть, это было замечательное зрелище.

Но, чтобы добиться такого порядка в морском строю, нужны были годы учебы и масса труда, затраченного на учениях.

Ну, а в наше время, в эпоху радио и двигателей внутреннего сгорания, вести в бой эскадру проще или труднее?

Теперь ветер и волны не мешают управлять кораблями и не нужно



Здесь показаны различные формы строя и перестроения кораблей. Вверху — кильватерный строй (1), ниже — строй уступа (2), затем строй фронта (3) и, наконец, строй пеленга (4). Здесь же схема поворота последовательно (5), когда корабли, идущие в кильватер, поворачивают вокруг одной точки; поворот «все вдруг» (6) на 16 румбов вправо, а затем на 8 румбов влево, причем из кильватерного строя корабли перестроились в строй фронта (7). Схема 8 показывает перестроение из строя фронта в кильватер с сохранением основного направления.





Здесь изображен бой времен Синопа. Корабли почти вплотную подошли друг к другу. Огонь бушует на палубах кораблей, но бой продолжается — стреляют пушки, а флаги гордо развеваются на горящих мачтах.

посылать матросов на мачты. Но зато теперь у кораблей и скорости побольше, чем были в прежние времена.

Представьте себе, что со скоростью автомобиля несутся в кильватерной колонне огромные махины крейсера. И вот поднят сигнал:

«Все вдруг вправо на 8 румбов».

Сигнал спущен. Все повернули, а один крейсер почему-то замешкался, не надолго — на 15, 20 секунд. Сразу же корабль окажется оторванным от своего соединения. Если противник не прозевает, плохо придется такому крейсеру. На него сразу обрушится весь огонь вражеской эскадры, и долго он не проплавает...

Нет, и теперь не легко командовать эскадрой и кораблем!

Нужно назубок разучить все эволюции и перестроения. Нужно, чтобы все устройства корабля работали четко и безотказно, нужно, чтобы не зевали сигнальщики, иначе в бою получится каша и сбившаяся в кучу эскадра сражаться не сможет.

Эту истину поняли давно. Но многие адмиралы слишком увлек-

лись эскадренным строем и эволюциями, видя единственно в них залог победы флота.

Было написано много книг о том, какие перестроения нужно сделать, чтобы победить противника в любом случае. Были созданы сложнейшие эволюционные коды — списки сигналов; флоты и эскадры отлично маневрировали на учениях и на смотрах. Довольные монархи награждали адмиралов, а войн, чтобы проверить боевую мощь этих отлично маневрирующих флотов, уже много лет не было.

Науку об эволюциях кораблей называли морской тактикой. Этой тактике обучали молодых офицеров и забывали, что в конечном счете корабль создан не для парада, а для боя.

И только, когда грянула русско-японская война и оба флота надевали множество губительных промахов, заговорили о новой науке морского боя и вспомнили много простых истин, забытых со времен парусного флота.

Многие знают о знаменитом Цусимском бое, где растерявшееся

русское командование, не разобравшись в боевой обстановке, не сумело развернуть эскадру для боя и поставило свои корабли под удар японских.

Но многие не знают, что во время этого боя был момент, когда японское командование, также растерявшись, сбilo свои корабли в кучу и поставило под удар русской эскадры. Только полная растерянность командующего эскадрой не позволила русским кораблям использовать это преимущество. Не сумело русское командование использовать и огромный ущерб, понесенный флотом противника 15 мая 1904 г. под Порт-Артуром, когда два японских броненосца в один день погибли на русских минах. Здесь блестяще обученные морским эволюциям японцы, забыв об осторожности, каждый день ходили одними курсами, одной дорогой, пока не наткнулись на мины, выставленные во время смелой вылазки русских миноносцев, воспользовавшихся туманом.

Сейчас теория морского боя разработана до мелочей. Эволюции сокращены до минимума, но зато отрабатываются они так, чтобы секунда в секунду корабли делали нужные маневры и перестроения. Сейчас в бою учитывают освещение, туман, качку, а главное — силы противника. Сейчас точно изучено взаимодействие всех видов морского боя, и все же никто не может предсказать, как развернется ближайший эскадренный бой. Да и будет ли он? Даже это неизвестно. Во всяком случае, конечная победа одного флота над другим не решится в наше время одним сражением.

На этом рисунке видно, насколько выгодно поставить свой корабль бортом к кораблям противника. Однако это преимущество сохранится только до тех пор, пока дистанция боя не сократится. Тогда противник будет бить прямой наводкой и вероятность попаданий увеличивается.



Чтобы окончательно уничтожить флот противника, нужен ряд последовательных ударов.

Осторожно подкарауливая неприятельские корабли, изучая их слабые стороны, отвлекая внимание их командиров, заманивая их в бой с слабейшими кораблями, чтобы неожиданно бросить потом на них подавляющие силы, командование решает боевую задачу. Вот тактика сегодняшнего дня.

Чтобы решить такие задачи, мало одной техники. Нужна высокая сознательность всего экипажа флота, от флагмана до последнего кочегара, чтобы в решительную минуту напряжением всех сил добиться успеха.

В морском сражении даже небольшой, но видимый, эффектный успех часто ведет к серьезным последствиям. Успех, поднимает боевой дух моряков, увеличивает «моральный перевес» — самый главный элемент боевой мощи флота.

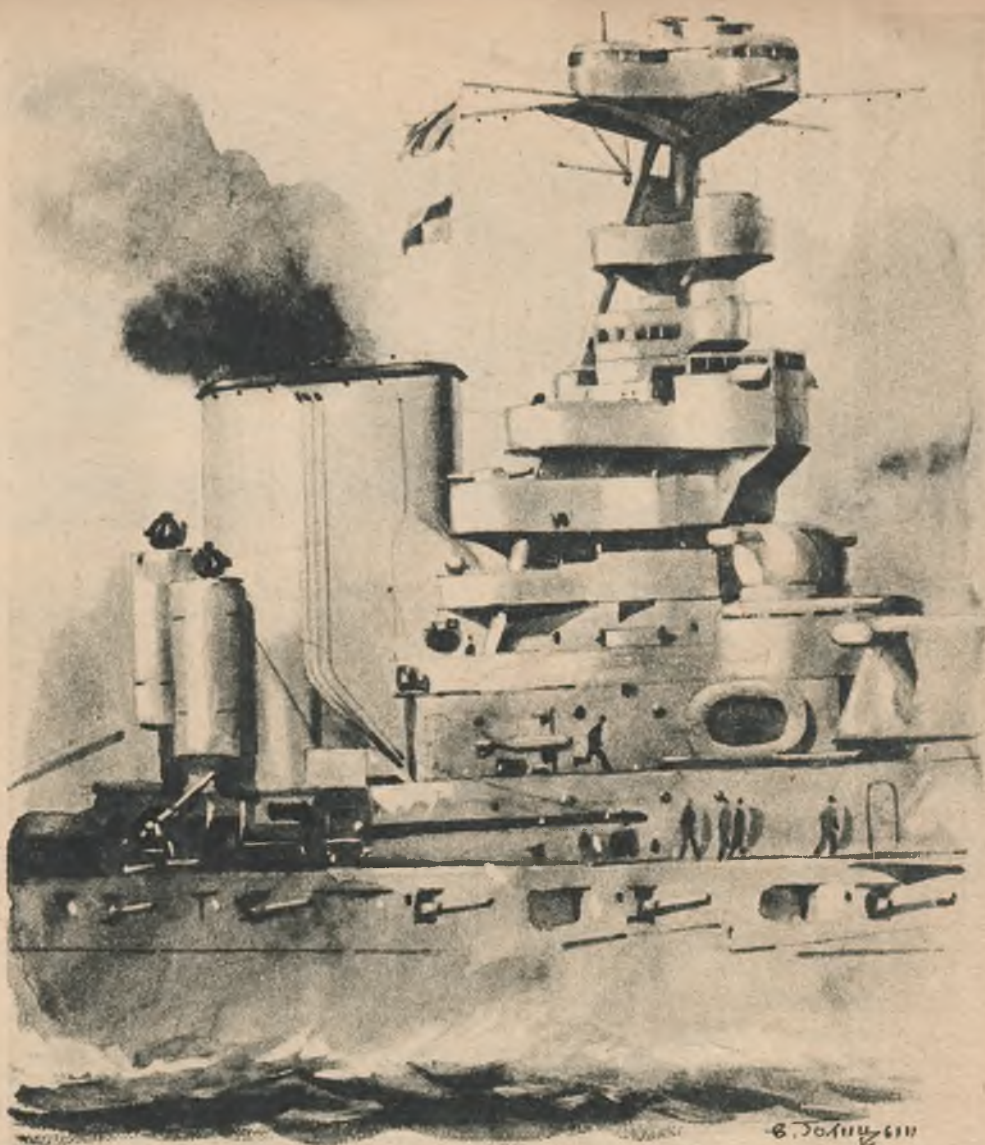
Этот перевес нигде не дает таких результатов, как на море. Сухопутные мерки вообще плохо подходят к морскому делу. А в войне это сказывается особенно резко.

Знаменитый полководец Суворов говорил, например, что «бегущего неприятеля истребляет одно преследование». Это верно — на суше. А на море это не всегда верно. Напротив, уходящий корабль часто находится в более выгодном положении, чем преследующий.

Это бывает, например, тогда, когда судно уходит против свежего ветра: в таких условиях у преследующего перед носом будут брызги и буруны, которые помешают ему стрелять.

Преследование на море особенно опасно потому, что отступающий

Еще совсем недавно управление морским боем производилось так, как показано на этом рисунке. Адмирал стоял на открытом мостике, непосредственно наблюдал за ходом боя и отдавал распоряжения своим помощникам.



Сейчас штаб боя находится в стальных коробках постов управления. Один под другим установлены на мачте корабля посты центральной наводки, штурманские рубки, сигнальный мостик. Из этих постов к командиру корабля стекаются сведения, а от него обратно к этим постам идут боевые приказы.

флот может наводить противника на минные поля. И перед тем же Ютландским боем, например, адмирал Джелико получил категорический приказ адмиралтейства — никоим образом не преследовать бегущие немецкие корабли.

Джелико и лорды адмиралтейства боялись, что германские корабли, убегая от английских, будут сбрасывать за корму пловучие мины. В действительности немцы не бросали этих мин. Их даже не было вообще на немецких кораблях, но из-за боязни налететь на мины английские корабли, обладавшие большим ходом, упустили бегущие корабли противника.

Это один пример. А вот другой: на суше взвод, встречаясь с полком, должен отступить.

А на море крошечный миноносец бросается в атаку на огромный линейный корабль и нередко остается победителем.

На суше два полка, вооруженные одинаковой техникой, одинаково подготовленные и одинаково по-

строенные, представляют равные силы.

Два совершенно одинаковых корабля представляют совершенно разные силы уже в зависимости от того, как они поставлены по отношению друг к другу. Корабль, стоящий бортом к противнику, менее уязвим, и огневая мощь его сильнее.

Корабль, стоящий в темной части горизонта, менее уязвим, чем стоящий на свету. Корабль, стреляющий против солнца, находится в худшем положении, чем тот, который стреляет по солнцу.

Подобных примеров можно привести множество. Но самый удивительный факт, показывающий неприемлемость сухопутных мерок к морским делам, это то, что ни один значительный морской бой не может служить образцом для следующего.

Морские сражения вообще бывают очень редко. Десятками лет готовятся к ним флоты, и за это время новая техника, поставленная на вооружение боевых кораблей,



Случайный наблюдатель, попавший в гущу современного морского боя, с трудом разобрался бы в обстановке. А между тем здесь все ясно: корабли противника обстреливают авианосец. Линейные силы обороняющейся стороны не успели подойти к месту боя, и командованию приходится выходить из положения с наличными силами. Закрыв дымовой завесой место боя (что

вносит столько поправок в старые правила морского боя, что флотоводцу остается или бросить их совсем и воевать, руководствуясь здравым смыслом, или создавать новые правила боя сегодняшнего дня.

Эти правила, изложенные в форме боевого приказа, и являются показателем мудрости флотоводца.

Замечательным примером мудрого решения флотоводца может служить приказ, который издал адмирал Нахимов перед Синопским сражением в 1852 г., когда русские корабли разбили сильнейший турецкий флот, стоявший в своей базе.

Синопский бой был последним боем парусных эскадр, а парусные эскадры редко воевали на ходу. Обычно парусники сходились поближе, становились на якорь и обсыпали друг друга ядрами до тех пор, пока большинство кораблей одной из сторон взорвется, потонет или сдастся.

Артиллерия тогда была совершенно иной, чем сейчас: тяжелые, гладкоствольные пушки на неудобных лафетах вручную заряжались с дульной части, подкатывались к орудию портам (отверстиям в борту), наводились наглаз и вручную запаливались фитилями. Круглые чугунные ядра, ударившись о борт корабля противника, нередко отскакивали, не причинив никакого вреда. Только попав на палубу и взорвавшись там или сбив важную часть рангоута, ядро наносило ущерб неприятельскому кораблю.

У Нахимова, впрочем, артиллерия была лучше турецкой. Его пушки стреляли на близкой дистанции бомбическими ядрами, почти наверняка пробивавшими деревянные борты кораблей. На этом преимуществе

Нахимов и построил план будущей победы.

В своем приказе Нахимов дал точную инструкцию, как производить промеры глубин и как поближе подойти к кораблям противника. Это нужно было, с одной стороны, чтобы использовать преимущество артиллерии в близком бою, а с другой стороны, для того чтобы на мелководье не лишить корабли маневренности. Нахимов указал, где и как бросить якоря, чтобы в нужном случае перетягиваться на них для занятия новой позиции. Он распорядился об осмотре якорных цепей, чтобы в любой момент любой корабль мог отклепать якоря, сняться и выйти из боя. Но главным в приказе Нахимова было указание о стрельбе.

Нахимов рекомендовал командирам сначала пристрелять пушку, заметить мелом наилучшее положение лафета и пушечного клина «для того, что после в дыму не будет видно неприятеля, а нужно поддерживать быстрый батальный огонь».

Вот эти меловые отметки и дали Нахимову огромное преимущество.

Он сделал и другое изобретение перед Синопским боем. До Синопского боя артиллерийским огнем руководили с палуб. А Нахимов рекомендовал командирам посылать по одному офицеру на мачты, чтобы оттуда следить за действием артиллерийского огня.

В то время это распоряжение показалось немного странным: офицеры не привыкли лазить по мачтам. Но эта странность принесла настолько хорошие результаты, что с тех пор управление огнем на кораблях стали поднимать на салинги, и никого теперь не удивляет боевая

рубка, установленная высоко на мачте.

Самое же замечательное в приказе Нахимова — это его конец, который гласил: «В заключение выскажу свою мысль, что все предварительные наставления при переменяющихся условиях могут затруднять командира, а потому я предоставляю каждому действовать по усмотрению своему, но непременно исполнить свой долг».

Этой замечательной припиской Нахимов развязал руки командирам судов и предоставил им право проявлять инициативу и действовать сообразно с обстоятельствами, не оглядываясь каждую секунду на флагмана.

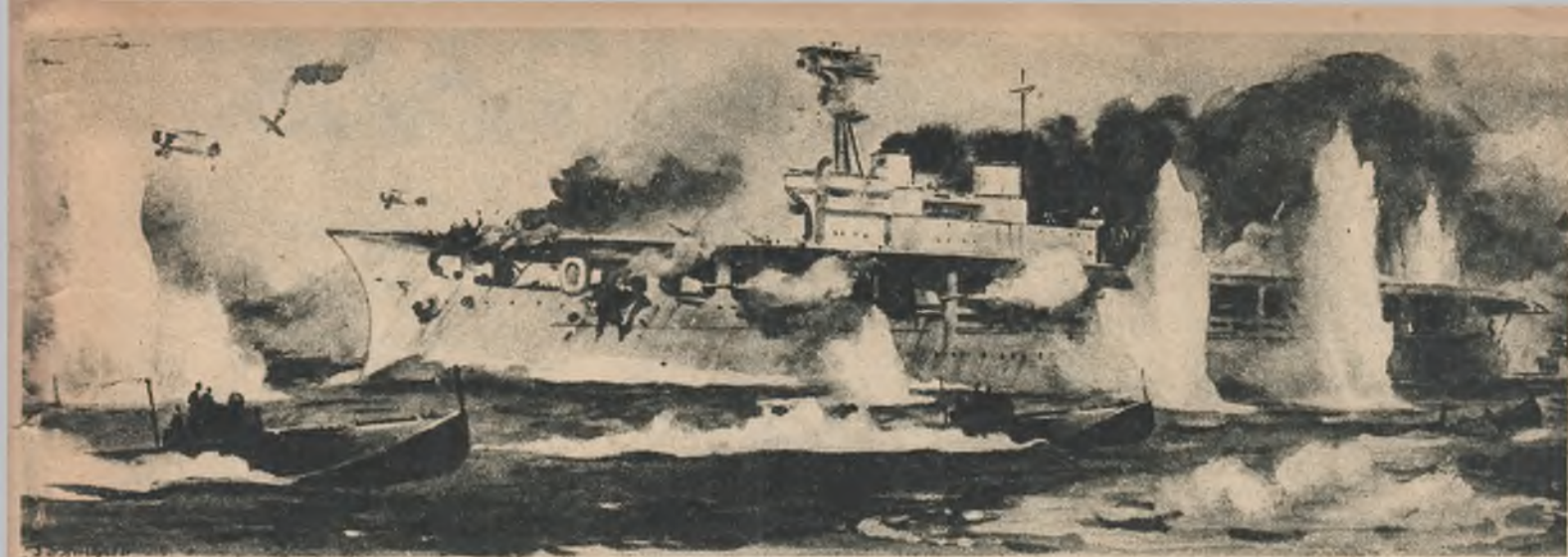
Таким путем он поднял боевой дух эскадры и дал возможность каждому командиру отличиться в Синопском бою.

По сигналу флагмана Синопский бой начался. Русские корабли смело подошли к турецкому флоту и, используя силу своей артиллерии, сразу же добились первых успехов. Турецкие корабли загорались.

Этот первый успех предрешил исход боя. С каждой минутой росла уверенность русских в победе, росло спокойствие и точнее становились маневры и стрельба русских.

Экипажи проявляли чудеса храбрости. Под огнем противника русские матросы завозили новые канаты к якорям взамен перебитых. Когда на палубах рвались ядра и доски загорались, их заливали и в то же время не прекращали стрельбы.

Турецкий флот дрогнул, командиры стали обрубать якорные канаты и выбрасывать горящие корабли на берег. К вечеру от мощной турецкой эскадры остались груды обгорелых обломков.



затрудняет стрельбу противника), обороняющаяся сторона бросает в бой торпедные катеры. Противник не видит их и не будет видеть до тех пор, пока они не вырвутся из-за завесы. Туда же идет подводная лодка. Это подводная лодка обороняющейся стороны, иначе вокруг нее были бы разрывы глубинных бомб и снарядов.

Русский флот с победой вернулся в Севастополь...

Совсем другое получилось в Ютландском бою.

Сэр Джелико, командир «великого британского флота», целую жизнь, чуть ли не с самого Синопского сражения, думал об эскадренном бое. Его корабли были сильнее и быстрее, а пушки дальнбойнее немецких. И он знал о тех огромных преимуществах, которые дают скорость и дальнбойность артиллерии современному флоту. Он знал, как нужно завязывать бой с слабейшим противником и как нужно расположить свои корабли, чтобы наверняка уничтожить врага. Он точно взвесил силы германского флота и готов был его уничтожить. Он разработал замечательную теорию эскадренного боя. В его системе было предусмотрено все. И так же, как Нахимов, Джелико перед боем дал инструкции командирам отдельных соединений и кораблей. Он забыл только сделать приписку о праве самостоятельно действовать в случаях, не предусмотренных адмиралом. Это бы еще с полбеды, но Джелико сделал хуже — он и себя лишил этого права: он думал, что фон-Шеер будет также действовать по его инструкции. Он слишком верил в свою систему.

В теории эскадренного боя, созданной Джелико, были разработаны варианты на любой случай. И хотя флот Джелико был значительно сильнее флота Шеера, Джелико предусмотрел и такой вариант, когда он со своей эскадрой оказался бы перед сильнейшим противником. Тогда тактику боя он стал бы строить на торпедном оружии и на подводных лодках. Он стал бы отсту-

пать, бросать пловучие мины, посы- лать торпеды и завлекать противни- ка под удары подводных лодок.

Я говорил уже о той роли, кото- рую сыграли несуществующие ми- ны в Ютландском бою. Подводные лодки сыграли роль еще большую.

Джелико был уверен, что адми- рал Шеер знает о мощи английско- го флота, а раз так, то, следуя тео- рии Джелико, с немецкой стороны в бой должны были быть введены подводные лодки. И Джелико был убежден, что они рыщут тут во- круг английских кораблей. Больше того: напуганные подводными при- зраками, экипажи кораблей то и дело «видели» перископы. Сообще- ния об этих перископах все время стекались к боевой рубке флагмана, и Джелико «сообразно с этими сооб- щениями строил тактику боя.

Он знал, как нужно спастись от подводных лодок. Он вел эскадру ломаными курсами и, следователь- но, терял время, терял пристрелку, сбивался с курса и ломал строй — только бы ослабить возможность подводной атаки противника.

А немецкие лодки тем временем спокойно топили английские торго- вые корабли где-то в Атлантиче- ском океане. В Ютландском бою они не участвовали — ведь Шеер не получил инструкции Джелико и вел бой так, как подсказывали ему об- стоятельства.

В теории Джелико был еще один важный пробел. Быстрые успехи подводных лодок не дали старому, медлительному адмиралу времени разработать теорию ночного боя. А призрак подводной лодки ночью был еще страшнее, чем днем. И когда темнота спустилась над мо- рем, Джелико прекратил бой и от- пустил Шеера на свои базы.

Знание и творческая фантазия — качества, необходимые флотоводцу, но, когда знания адмирала связы- вают изобретательность отдельных командиров, а фантазия слишком разыгрывается, получается плохо.

После Ютландского боя англий- ские адмиралы пересмотрели такти- ку Джелико, они создали новую тактику, годную для любого эс- кадренного сражения и с подвод- ными лодками и без них.

Но кто знает, принесет ли эта тактика победу теперь — двадцать лет спустя?

Новые силы, новое оружие стало на службу морского боя со времен Ютландского сражения.

Крошечные торпедные катера, как москиты, набрасываются теперь из- за дымовой завесы на линейные ко- рабли противника. Самолеты сбрасывают бомбы из-под облаков и не- суют службу разведки. Появились новые, «карманные» линкоры. Они меньше старых, калибр их пушек тоже меньше, но зато снаряды этих пушек летят скорее и дальше и про- бивают более толстую броню. Эти линкоры развивают больший ход, чем мощные английские дредноуты. Они легче маневрируют, и старая тактика боя не годится в примене- нии к ним.

Все это снова и снова заставляет пересматривать тактику эскадренно- го боя.

Но, когда начнется этот бой, его решат не таблицы и не планы, а творческие способности флагмана, инициатива отдельных командиров и отдельных бойцов.

В бою победит тот флот, на сто- роне которого будет моральный пе- ревес, а он будет на стороне того, кто лучше знает, за что он сра- жается!

Все камни драгоценны.
Метерлинк, «Синяя птица».

Писатель Бальзак устами одного из своих героев сравнивает французского натуралиста Кювье с английским поэтом Байроном. И что же? В этом сравнении герой Бальзака отдает предпочтение не Байрону, а Кювье, объявляя его величайшим поэтом своего времени. Если Байрон воплотил в слове «бури и волнения душевного мира», то Кювье по мертвым костям угадал и воссоздал целые миры.

Кювье научил нас узнавать в окаменелостях вымерший мир прошлого. Он умел как бы возвращать вымершим существам их истлевшее тело и воссоздавать образ животных, исчезнувших миллионы лет назад.

Так, в руках этого гениального исследователя оживали камни. То были «камни-животные». Но и другие, обыкновенные камни говорят историку земли — геологу — не меньше. Камни, которые принято считать безмолвными, могут открыть великие тайны тому, кто понимает их язык. Каждый натуралист знает, что там, «где уже молчит история человечества, красноречиво и громко говорят камни».

Наша земля — это великая «каменная книга», написанная правдивой рукой самой природы. Книга эта, с ее песчаными, глинистыми, гранитными, известковыми и иными страницами, так грандиозна, что еще не скоро человечество дочитает ее до конца. История, записанная в недрах земли, необычайно интересна и увлекательна. Но изучение недр имеет не только теоретический интерес. Ведь под поверхностью земли скрыты несметные материальные богатства, здесь находится сырьевая база промышленности — топливо, руды и другое минеральное сырье.

Восстановление истории земли, изучение жизни земной коры и поиски полезных ископаемых составляют главные задачи геологической науки.

Каменную книгу земли можно читать всюду, где земля открыта природой или рукой человека, будь то обрывистый берег реки, моря или озера, стенка оврага, шахта или каменоломня. Эти открытые страницы дневника земли геолог называет обнажениями. Он их ищет, изучает, исследует.

Настала весна, и геологи спешат закончить свои зимние занятия, так называемую камеральную об-



Камни, которые принято считать безмолвными...

ЯЗЫК

работку материалов, собранных прошлым летом.

Прежде чем вновь выйти «в поле», каждый геолог перечитывает все, что можно прочесть о том районе, который предстоит исследовать. Изучаются карты этой местности, определяются маршруты, по которым следует вести исследование района. Наконец все подготовительные работы закончены. Взяв с собой геологические молотки и другое снаряжение, геологи отправляются «в поле».

Зорко высматривают они каждое обнажение, наносят его на топографическую карту, отмечают особым номером и затем приступают к исследованию.

Вот поднимается один из геологов по крутому обрыву. В руке у него стальной молоток на длинной деревянной ручке. Он ударяет по горным породам тупым концом молотка, а острый служит ему для того, чтобы раскалывать сланцеватые породы и разбивать рыхлые (тут молоток подчас заменяет лопату).

Геолог присматривается к слоям, к тому, как они лежат, из каких пород состоят, как чередуются друг с другом. Он берет образцы, ищет окаменелости. Несколько ударов молотка по твердому слою — и в руке исследователя образец какой-то желтовато-белой горной породы. Он вынимает из сумки пузырек с соляной кислотой и капают на образец. Капля вспенивается и шипит. «Это известняк», решает геолог и делает отметку в полевой книжке, указав толщину и положение слоя.

Второй, третий, четвертый образец... На одном из кусков известняка геолог видит отпечаток, похожий на окаменелые соты: это остатки кораллов, колониальный коралл-полипняк. И перед мысленным взором исследователя рисуется широкая гладь открытого моря, на дне которого образовались эти известняки.

Кораллы не живут в холодных морях, — говорит себе исследователь, — значит, в ту пору, когда здесь было море, климат был жаркий и температура воды, вероятно, не опускалась ниже 18°. Кораллы могут существовать только в очень чистой воде — стало быть, в море здесь не впадали реки, замутняющие воду. Кораллы селятся близ берега, в мелкой воде, — значит, тогда здесь неподалеку был берег.

Так перед исследователем понемногу вырисовывается ландшафт давно минувших времен.

КАМНЕЦ

Вскоре геологу попадаетеся образец известняка, сплошь состоящий из мелких морских раковин, похожих на ржаные зерна. Добыв еще несколько окаменелостей, исследователь поднимается выше по обнажению. Здесь белые известняки сменяются пестрыми рыхлыми слоями. Геолог отламывает красноватый кусок, дышит на него и нюхает. Вид породы и запах глины подсказывают ему, что в породе много глинистых частиц. Он бросает в пробирку с соляной кислотой крошечный кусочек. Тот шипит вяло и не весь растворяется. На дне остается муть — глина, а на стенке пробирки — грязно-зеленое пятнышко. Геолог убеждается, что имеет дело с мергелем, представляющим смесь глины с известняком.

Затем он долго ищет фауну. Но слой мергеля кажется «немым» — окаменелостей в нем как будто нет, и, значит, нельзя установить, в какую геологическую эпоху этот слой образовался.

Геолог, однако, не омущается. Он понимает, что такая рыхлая порода, как этот мергель, пропускает воду, которая постепенно должна была растворить остатки раковин. Вот почему мергель плохо сохраняет остатки древней фауны. Геолог берет кусочек этой породы и растирает ее пальцами на ладони. Скоро он обнаруживает крошечные лепешечки — членики стеблей древних морских лилий.

Картина ясная: и этот слой — морской.

Но здесь к известняку примешана глина. А глина заносится в море с суши; стало быть в момент образования этого слоя на дне древнего моря берег был еще ближе, чем тогда, когда отлагались здесь чистые известняки. Итак, мергель, лежащий над известняками, показывает, что древнее море мелело.

Еще слоем выше — и геолог работает уже не тупым концом молотка, а заостренным, копая мягкие слои глины. А еще выше глина постепенно переходит в песчаные слои, которые, как известно, образуются в наиболее мелкой, прибрежной полосе моря. И геолог как бы видит перед собой мелющее море, которое сначала оставило здесь известняки, свойственные более глубоким участкам дна, затем слои мергеля, на мергелях — глины и, наконец, пески.

Геолог добывает из слоев глины хорошо сохранившийся обломок раковины и завертывает его в клочок бумаги вместе с этикеткой. На



...могут открыть великие тайны тому, кто понимает их язык.

этикетках он отмечает, где, когда и в каком слое были найдены окаменелости и откуда взяты образцы горных пород. Собранных таким образом материалов вполне достаточно, чтобы установить, к какому геологическому периоду относятся изучаемые им слои земли.

Но обнажение еще не все изучено. Еще до почвы осталась значительная толща. Предпоследний слой ее красуется не меньшей белизной, чем известняк. Геолог скоро замечает прозрачность этой породы и сразу соображает, что тут каменная соль — обыкновенная поваренная соль, которую каждый из нас видит ежедневно на обеденном столе. Чтобы окончательно убедиться, исследователь лижет образец языком и берет пробы в нескольких местах слоя.

Затем он ходит вдоль обнажения, пристально присматриваясь, нет ли здесь же, рядом с солью, слоев гипса.

Геолог всегда твердо помнит о так называемом парагенезисе минералов, о том, что одни минералы часто оказываются спутниками других. Нетрудно объяснить это явление: в одних и тех же геологических условиях может образоваться несколько совершенно различных минералов. Так, известно, что каменная соль и гипс оседают друг за другом на дне соленых озер и мелких морских заливов. Знание подобных закономерностей — один из тех «волшебных жезлов», с помощью которых минералог и геолог раскрывают секреты земных недр.

Вот и наш геолог, действуя этим «жезлом», скоро находит то, что искал: под слоем соли действительно оказывается гипс.

Измерив мощность этой ценной породы, геолог поднимается к последней толще обнажения, которая сверху постепенно меняет свою желтоватую окраску на черновато-коричневый цвет почвы.

Здесь, над слоем гипса и соли, вслед за тонкой прослойкой глины геолог обнаруживает неслоистую породу толщиной в 1,5 метра. Она желтоватого цвета и при легком нажатии пальцев рассыпается в мельчайшую пыль. В ее толще можно рассмотреть кое-где пустоты в виде тоненьких вертикальных трубочек. В пустотах попадаются остатки полуистлевших трав. Все это позволяет геологу решить, что перед ним отложение лёсса. Здесь эта порода образовалась в сравнительно недавнем прошлом, повидимому из пыли, приносимой ветром из соседней пустыни. Пыль эта и засыпала, погребла под собой те травы, которые когда-то росли на прибрежных песках.

Геолог садится на край обрыва и делает последние записи. Верени-



Юный геолог собирает образцы горных пород.

ца событий из жизни земли разворачивается перед ним, как на ленте кинофильма.

Еще раз пробегают он взглядом по всем слоям обнажения и мысленно восстанавливает историю этой части земной поверхности. Некогда здесь было море, которое со временем стало мелеть. Вероятно, это происходило потому, что «вековые колебания» суши (то есть медленное поднятие и опускание земной поверхности), поднимавшие когда-то бывший здесь берег, заставили море отступать. Вот почему более глубоководные осадки в этом обнажении кверху постепенно сменяются все более и более мелководными, прибрежными: известняки, мергели, глины и, наконец, пески.

Отступающее море оставляло здесь за собой мелководные заливы и озера. Морской климат, господствовавший здесь миллионы лет назад, сменялся сухим климатом более поздней геологической эпохи. Знойное дыхание соседней пустыни заставляло пересыхать мелководные бассейны, подобно тому как это ныне происходит на берегах Каспия, в заливе Кара-Богаз-Гол. Раствор солей в пересыхающих заливах и озерах становился все гуще и гуще. Наконец соли начали выпадать красивыми, правильными, прозрачными многогранниками. Это были кристаллы

гипса, глауберовой соли, поваренной соли.

Проходили тысячелетия, заливы и озера совершенно высохали, исчезали. Море уходило далеко. Оно оставляло поверх осадков, ранее отложившихся на его дне, — известняков, глин и песков — еще и слои каменной соли и гипса как последний отзвук своего здесь пребывания. С тех пор ветер пустыни сотни лет замечает их песками и пылью, накапливает толщи лёсса. Временами селятся здесь тощие растения — «сухолюб», но и они затем находят могилы в слоях пыли, принесенной ветром.

Так необозримое синее море, бушевавшее здесь миллионы лет назад, сменилось затем желто-бурой поверхностью «пустыни чахлой и скупой»...

Изучение обнажения закончено, записи сделаны, профиль зарисован, образцы горных пород и окаменелости собраны.

Обойдя еще ряд других обнажений, исследователь возвращается в лагерь геологоразведочной партии. Вместе с товарищами он теперь еще раз, уже более точно, определяет найденные окаменелости и горные породы. Здесь, в палатке, геолог окончательно устанавливает, что изученные им слои известняков и глин образовались в каменноугольный период. В эту же самую далекую геологическую эпоху в других местах земного ша-

ра — в болотистых районах суши — росли дремучие леса с причудливой и необыкновенно-мощной растительностью. Из остатков ее образовался каменный уголь, по которому и назван этот геологический период.

Раковины и другие окаменелости, найденные геологом в верхних слоях песков, показывают, что эти слои образовались здесь спустя большой промежуток времени после отложения известняков и глин. По окаменелостям, найденным в песках, геолог устанавливает, что эти слои относятся уже к другому геологическому периоду, а именно следовавшему за каменноугольным — пермскому. В этот период, в отличие от влажного каменноугольного, на земле преобладал сухой пустынный климат; озера и мелкие морские заливы тогда пересыхали, оставляя на своем месте слои гипса и соли.

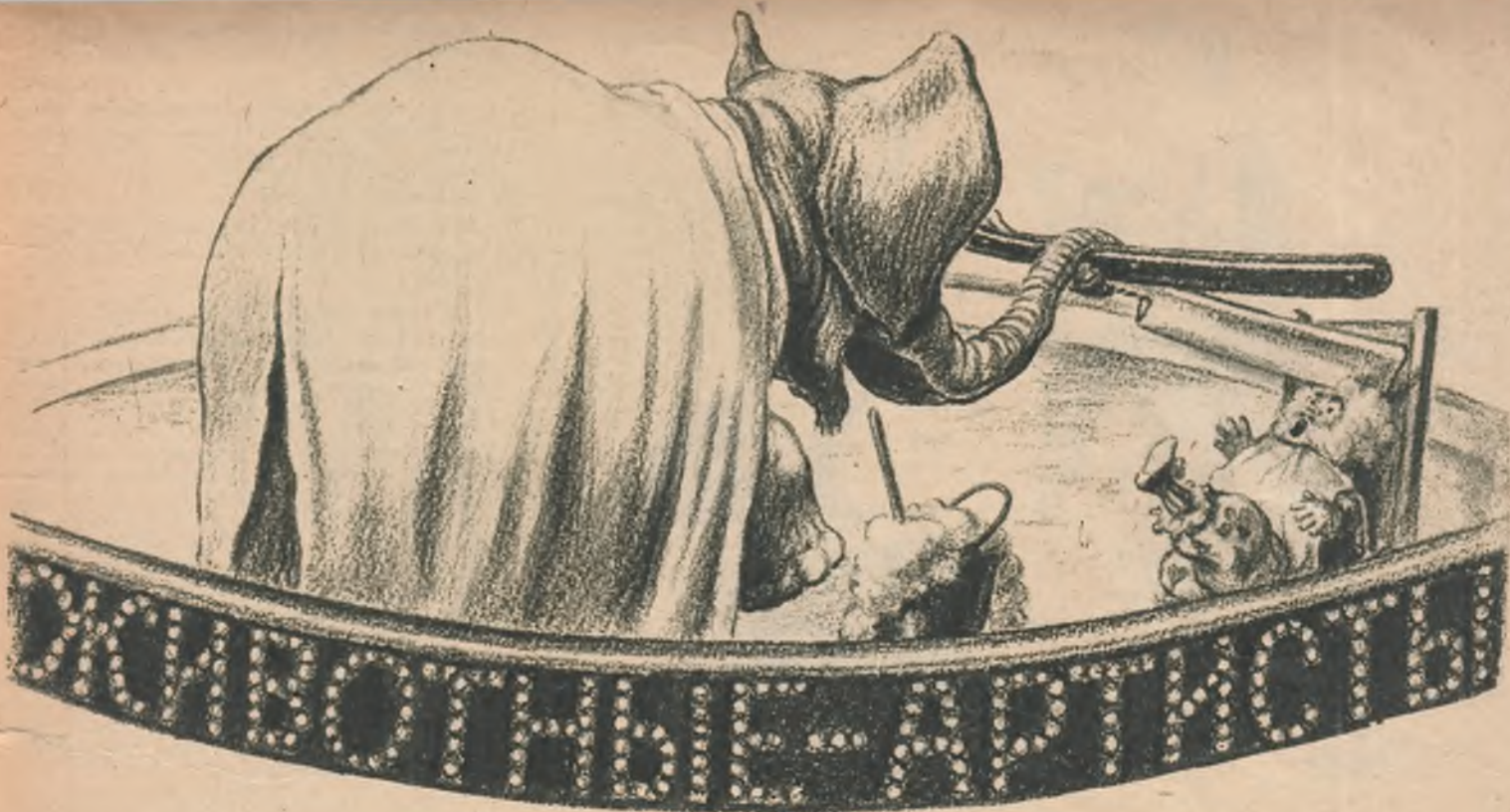
Когда геолог в последующие дни захочет установить, в каких еще пунктах исследуемого им района имеются гипс и соль, он уже не будет исследовать подряд все слои в каждом обнажении. Теперь у него есть уже руководящая нить: он знает, что в этом районе гипс и соль надо искать в слоях пермского периода, и на эти слои будет теперь обращено его особое внимание. Путь к ним укажут ему все те же окаменелости.

Так, изучая горные породы земных слоев, строение их, состав их и погребенные в них остатки вымерших древних существ, геолог восстанавливает прошлое земли и вместе с тем открывает минеральные богатства страны.

Нередко геолог по ничтожным обломкам окаменелых раковин отыскивает мощные залежи соли, каменного угля, фосфоритов, горючих сланцев или нефти.

За геологом-поисковиком идет геолог-разведчик. Пользуясь картой, на которую поисковик уже нанес необходимые сведения, разведчик принимается за свою кропотливую работу там, где обнаружены полезные ископаемые. Он бурит глубокие скважины, извлекает образцы пород уже непосредственно из темных глубин земли и таким образом точно выясняет, как велики запасы полезных ископаемых, обнаруженных во время поисковых работ.

В лаборатории затем подробно исследуют добытые из недр образцы горных пород и минералов. И тогда геологи окончательно решают, имеет или не имеет данное месторождение промышленное значение, строить или не строить здесь шахты, рудники, нефтяные промысла, заводы.



С. ВЛАДИМИРОВ

Рис. Н. Смольяникова

ПОД КУПОЛОМ ЦИРКА



од громкие звуки веселого марша жонглеры и акробаты проделывали головокружительные номера. Клоуны смешили публику. Музыкальный эксцентрик исполнял сонату Бетховена на бутылках и гребешках. Но вот музыка марша сменилась нежными звуками вальса. Красные и желтые прожекторы потухли, и на арене цирка, залитая белым

светом, появилась новая артистка. Сначала она несколько раз повернулась вокруг себя, как бы вальсируя. Потом сделала ногами сложные балетные па, а как только стихли звуки вальса, подбежала к небольшой цитре и заиграла. Выступление артистки закончилось громким аккордом от удара пальцами по всем струнам цитры сразу, и под бурные аплодисменты публики артистка улетела со сцены. Да, улетела, потому что артисткой была курица.

Танцующую курицу сменил заяц-барабанщик, а затем кролики. Лохматые смешные кролики разыграли целую пантомиму. Из ворот выезжает кролик, запряженный в телегу с мешками. В мешках мука. Кролик везет муку из города на маяк, стоящий вдалеке на арене. Вот уже кролик-лошадка скрывается за поворотом и публика видит только телегу с мешками, как вдруг из ворот вылезает другой кролик. Это кролик-жулик. Он осторожно крадется к телеге с мешками, оглядывается, возвращается к воротам, чтобы посмотреть, не следит ли кто-нибудь за ним, и наконец, ползком подобрavшись к телеге, схватывает один из мешков и убегает.

Если такие «глупые» животные, как кролики, сумели дать представление, то надо ли удивляться тому, что слон прекрасно справляется со сложной ролью парикмахера?

На арену ставятся большая кровать и стол. К кровати подставляется тумбочка со свечой в легком подсвечнике. В стороне помещается горн с тлеющими углями и точило. Входит слон. Его хозяин-дрессировщик предлагает ему убрать комнату и лечь спать. Слон подходит к столу, открывает хоботом ящик, достает салфетку и вытирает ею пыль на столе, а потом протирает и окно, на котором написано: «Парикмахер из Парижа Слонов — стрижка и брижка, бритье и стригтье». Убрал комнату, слон идет спать. Под подушкой ловит огромного бутафорского клопа и свирепо расправляется с ним. Тушит свечку дуновением

из своего хобота, отчего и свеча и подсвечник летят на пол. Наконец укладывается и спит.

На арене постепенно рассветает. Сильный стук в дверь будит слона. Является лысый клоун и просит его побрить, а волосы на голове завить. Слон, по приказанию дрессировщика, ощупывает лысую голову клоуна, но делать нечего — надо выполнять капризы клиента. Слон покорно раздувает мех горна и греет щипцы для завивки несуществующих волос. Потом слон точит бритву и сбивает мыло в ведре. Сценка кончается тем, что от «нежных» прикосновений бреющего слона клоун громко кричит и пытается убежать. Но слон его ловит и тащит назад. Чтобы освободиться от слона, клоун дает ему кусок сахара.

Мы описали сейчас только немногие номера из обширной программы талантливого дрессировщика животных Владимира Леонидовича Дурова, умершего несколько лет назад. Морские свинки Дурова умели тушить свечи. Собака Дурова ясно выговаривала «ма-ма», «ма-ма». Свинья спускалась на парашюте с воздушного шара.

Как же заставлял Дуров своих животных выполнять такие сложные действия, в чем секрет дуровской дрессировки? И может ли каждый из нас научить зайца бить в барабан, а курицу танцевать вальс? Ответим сначала на последний вопрос; да, каждый может стать дрессировщиком, каждый, кто любит животных, кто умеет наблюдать и обладает большим терпением. Одним из главных качеств Дурова-дрессировщика было необыкновенное терпение: пятьсот шестьдесят раз он повторил, например, одно и то же упражнение, чтобы научить морскую свинку звонить в колокольчик.



БАШНИ МОЛЧАНИЯ

Между светлым веселым цирком, где изо всех сил дуют в трубы трубачи и барабанят барабанщики, а публика громко



смеется и аплодирует, и мрачными «башнями молчания» в лабораториях акад. Павлова нет как будто бы ничего общего. Так, по крайней мере, кажется на первый взгляд. «Башнями молчания» Павлов называл комнаты для опытов над собаками, производившихся в особом здании. Как средневековый замок, это здание было обнесено широким рвом, но ров был наполнен не водой, а соломой, которая хорошо поглощает всякие звуки. Подполье здания было засыпано землей, а железные балки полов были погружены в песок, чтобы ослабить сотрясение от езды телег и автомобилей на улице. В окна комнат были вставлены толстые литые стекла. Всеми средствами стремился Павлов изолироваться со своими собаками от внешнего мира.

«Скроется ли быстро солнце за облаками, прорвется ли луч света из-за туч, пробежит ли по окну или комнате тень, распространится ли по комнате какой бы то ни было новый запах, проникнет ли в комнату откуда-нибудь струя теплого или холодного воздуха... во всех этих и подобных им бесчисленных случаях придут в движение веки, глаза, уши, ноздри животного, переставятся туда или сюда, так или иначе голова, туловище и другие отдельные части животного», писал Павлов. А все это было недопустимо. В опытах Павлова собака должна была делать только те движения, которые нужны были ученому, и делать их в ответ только на те раздражения светом, теплом или прикосновением, которые производил сам Павлов или его помощники.

Только тогда, когда у собак вырабатывались четкие ответы на какое-нибудь раздражение и вырабатывались прочно и надолго, Павлов выводил своих собак из «башен молчания» в шумные студенческие аудитории. И тогда уже ни разговоры студентов, ни тысячи новых для собаки запахов не мешали течению опытов, которыми Павлов сопровождал свои лекции.

Дуров не знал о «башнях молчания» в лабораториях Павлова, а если бы и знал о них, то не мог бы возить эти башни с собой по всем циркам России, где он давал представления и обучал животных. И

все же, где бы ни приходилось Дурову выступать, где бы ни учил он своих животных различным фокусам, он старался, как и Павлов, уйти по возможности от внешнего мира. Никто из чужих людей не должен был присутствовать при обучении нового, «неопытного» животного. Ни посторонние шумы, ни незнакомые запахи не должны были мешать «учиться» кроликам и зайцам. По словам Дурова, однажды при дрессировке обезьяны произошел такой случай: во время очередного «урока» мимо



окна пролетел голубь и отвлек внимание «ученицы». Этого пустяка оказалось достаточно, чтобы сорвать всю дрессировку на долгое время.

Но когда обучение животных-артистов заканчивалось, то ни гром оркестра, ни крики публики не могли им больше мешать, как не мешали разговоры студентов павловскими собакам.

Сходство между дуровскими животными и собаками Павлова этим не ограничивалось.

В своих «башнях молчания» Павлов вырабатывал у собак так называемые условные рефлексы. Делалось это таким образом: во время кормежки собаки, когда у нее текла на пищу слюна из слюнных желез, а хвост собаки, выражая ее хорошее настроение, вилял из стороны в сторону, — звонил колокольчик. Колокольчик звонил изо дня в день, всякий раз, как собака начинала есть. И в конце концов уже один звон колокольчика начинал вызывать выделение слюны у собаки, заставлял ее облизываться и махать хвостом даже тогда, когда ей никакой пищи не давали. Такой ответ собаки на звон колокольчика, такой «рефлекс» ее получался только при определенном условии — если до этого кормежка и звон колокольчика много раз совпадали. Поэтому Павлов и назвал этот ответ животного на внешнее раздражение условным рефлексом.

Павлов и его последователи вырабатывали у собак самые различные условные рефлексы с помощью различных раздражителей. Например, если каждый раз, как собака начинала зевать, звонил колокольчик, то рано или поздно, заслышав его звон, собака зевала и сладко потягивалась даже в том случае, если она недавно встала после крепкого сна. Вспышку лампочек, стук метронома, прикосновение — все, что собака могла видеть, слышать, обонять и осязать, Павлов использовал для выработки условных рефлексов.

В «башнях молчания» Павлов изучал законы, которые управляют образованием условных рефлексов. Путем сложных опытов он определял, в каких частях мозга возникает у собаки связь между звоном колокольчика и едой. Подробнее о работах Павлова вы можете прочесть в книге А. Югова «Павлов» или в моей статье «Повесть о слюнной железе собаки» («Знание — сила» № 8—9 за 1938 г.). А для того чтобы понять секрет дуровской дрессировки, вам достаточно запомнить то немногое, что я сейчас рассказал об условных рефлексах.

ГОВОРЯЩАЯ СОБАКА МАРС

Секрет успеха Дурова заключался в том, что он умел очень хорошо вырабатывать условные рефлексы у животных. Вот как, например, Дуров научил свою собаку Марс говорить «ма-ма». Мы не будем описывать предварительного обучения собаки, того, как Дуров выучил ее садиться и вставать по приказанию, носить поноску и прекращать любое действие — лай, бег и драку — по команде «тссси!» Во всем этом еще не было ничего необыкновенного: просто Дуров хорошо воспитал своего пса.

Но вот началась сложная дрессировка. Дуров усадил Марса в кресло в тихой, полутемной комнате, где ничто не раздражало собаку. Дуров поглаживал Марса по голове и пристально и долго смотрел ему в глаза (уже давно было замечено, что поглаживание по голове и пристальное заглядывание в глаза вызывает у животного сонливое состояние). Марс начинал протяжно зевать. А как только Марс зевал, Дуров давал ему шоколад. Зевота — шоколад, зевота — шоколад, и через несколько

дней Марс уже зевал не только перед сном или спросонья, но в любой момент, почуяв или увидев шоколад: у него выработался условный рефлекс зевать при виде шоколада.

Но зачем же понадобилось вырабатывать такой рефлекс Дурову? Дело в том, что в первый момент зевоты, широко открывая рот, собаки производят звук, похожий на «ма». И, приучив собаку зевать при виде шоколада, Дуров стал затем давать ей этот шоколад сразу, как только Марс открывал рот, не давая ему закончить зевоту. Образулся новый рефлекс: широко открытый рот со звуком «ма» — во рту шоколад.

Когда новый рефлекс упрочился и Марс безошибочно стал открывать рот и произносить слог «ма», Дуров стал подкармливать Марса шоколадом не каждый раз после зевоты, а изредка. Постепенно Марс начал несколько раз подряд закрывать и открывать рот, и при этом казалось, что он говорит «ма-ма», «ма-ма». Вскоре на аренах цирка выступила «первая в мире говорящая собака».

О том, как Дуров научил танцевать курицу, расскажем его собственными словами. «Сначала я приучил ее, — писал Дуров, — настолько, что она смело брала из моих рук кусочки мяса, затем повадочкой (то есть кусочком мяса, который Дуров держал в руке) я заставлял ее повертываться кругом на одном месте (Дуров двигал рукой, а за рукой — точнее, за мясом в руке Дурова — поворачивалась курица). Когда она усвоила это верчение, научилась «вальсировать», я насыпал на стол слой земли и у нее на глазах зарывал в эту землю кусочки мяса, зерна, овса, крошки и т. д. Курица делала привычное движение ногами, разбрасывала землю и, желая схватить пищу, порывалась клюнуть. Я предупреждал это движение, давая ей тотчас же пищу из руки и закапывая вновь ту пищу, которую она успела откопать. Каждый раз тормозя желание курицы клюнуть зарытую пищу, я добился того, что она зазубрила движение только ногами и у нее естественный рефлекс разрывания земли перешел в условный. Закрепив у нее этот условный рефлекс, я постепенно переводил ее на гладкий, незасыпанный землей край стола. Впоследствии она привыкла перебирать ногами на гладком столе без земли, а затем и на полированной поверхности музыкального ящика, где она прекрасно производила все движения под музыку».

У кролика-жулика было выработано несколько условных рефлексов. Его постоянно кормили под звук легкого постукивания пальцами по доске, и он привык прибегать



на этот стук. Во время представления, когда кролик-жулик бежал к мешку с мукой (у него был выработан и такой условный рефлекс: стаскивание мешка с телеги — подкормка сладкой морковкой), призывный стук все время сменялся грозными ударами по доске, которые пугали его. И робкий кролик то крался к телеге, то кидался назад к воротам, спасаясь от стука. А зрителям казалось, что кролик осматривается, не видит ли кто-нибудь, как он крадется к телеге с мешками.

Если в представлении кроликов Дуров использовал их робость, то зайца Дуров превратил в храбреца. В то время как заяц с аппетитом пожирал морковку в своей клетке, там неожиданно появился барабан. Заяц пугался. Но и барабан тоже «пугался»: при малейшем движении зайца Дуров отдергивал барабан за привязанную к нему веревку. Когда заяц немного привык к барабану, Дуров стал его подводить к зайцу вплотную, и тот, «осмелев», защищался от него ударами своих сильных передних лап. При первом же ударе по барабану заяц получил свежую капусту.

Так продолжалось долго. Дуров «подкреплял» капустой каждый удар по барабану, и в конце концов, завидя капусту, заяц тотчас же превращался в лихого барабанщика. Условный рефлекс: «удар по барабану — капуста», был выработан.

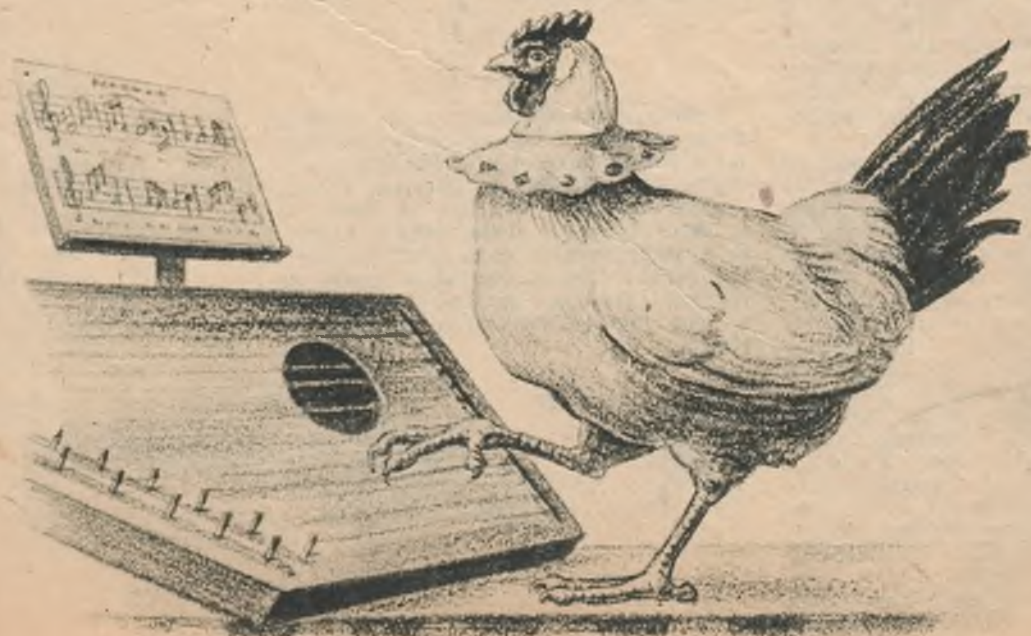
Таким же образом Дуров обучал и других животных. Основной его прием заключался в том, что он подмечал у животного какое-нибудь движение, которое можно использовать для представления в цирке, и затем превращал это движение в условный рефлекс (так движения ног курицы при разрывании земли были превращены Дуровым в балетные па). А если подходящих движений животное само не делает, он искусственно вызывал эти движения и затем закреплял их подкормкой (так, маня курицу кусочком мяса, Дуров научил ее «вальсировать»).

До Дурова было немало других дрессировщиков. Собаки, лошади, свиньи и другие животные издавна выступают на аренах цирка и показывают часто очень занятные фокусы. Их дрессировка, как и дрессировка дуровских животных, также основана на выработке условных рефлексов. Но вырабатывались эти рефлексы иначе, чем у Дурова: животных били до тех пор, пока они не делали нужного движения. А когда, например, лошадь подымала ногу так, как этого хотел ее хозяин, или собака бросалась сквозь горящий обруч, их переставали бить. «Движение — прекращение боли» — вот какой условный рефлекс вырабатывали все дрессировщики до Дурова.

Дуров отказался от этих жестоких и грубых приемов и применил более сложные и в то же время более гуманные способы дрессировки. И таким путем он сумел добиться гораздо больших результатов, потому что побой и страх очень сильно отражаются на состоянии нервной системы животных, и условные рефлексы у забитой собаки, например, вырабатываются гораздо хуже, чем у собаки незабитой.

Огромное количество опытов по дрессировке животных, поставленных Дуровым, представляет большой интерес и для науки — для зоопсихологии. Чем сложнее условный рефлекс, который удается выработать у животного, тем, значит, сложнее устроена и нервная система этого животного. Поэтому о развитии нервной системы животного судят по его способности к обучению.

Многие из своих работ Дуров подробно изложил в книге «Дрессировка животных», и эту книгу, написанную цирковым артистом, с интересом читают не только дрессировщики животных, но и ученые-биологи.



Модель гироскопического стабилизатора

(ИЗ МОДЕЛЕЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА IV КОНКУРС)

Б. МАЛЬКОВ

Рис. Н. Петрова

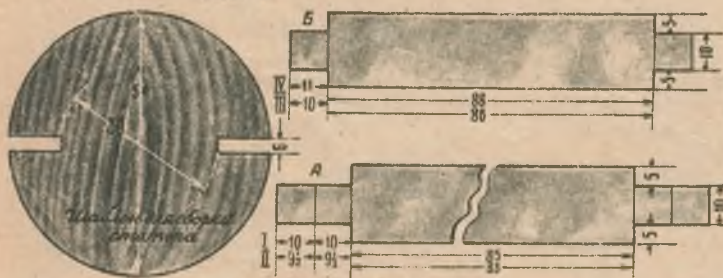
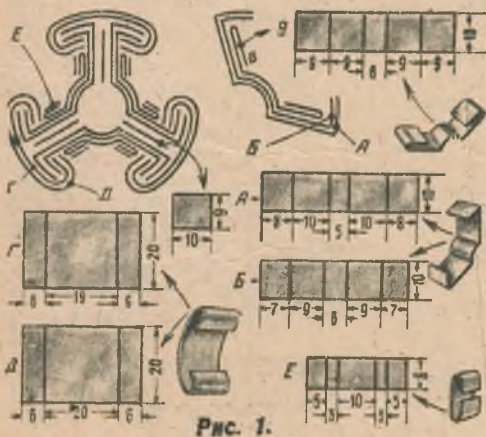


Рис. 2.

Основной частью вагона однопутной железной дороги является гироскопический стабилизатор. Он держит вагон в равновесии. Постройка стабилизатора не особенно трудна, но требует большой аккуратности и тщательности в работе над деталями и в сборке. Только в этом случае стабилизатор даст хорошие результаты. Мотор к нашему стабилизатору делается с двухполюсным кольцевым статором. Якорь мотора — трехполюсный.

Якорь. Конструкция якоря и размеры деталей даны на рис. 1. Из жести от консервных банок вырезаются три полосы А, три полосы Б и три полосы В. Эти полосы изгибаются, как указано на рисунке, и собираются по три штуки: полоска В должна быть внутренней, полоска Б — средней, а полоска А — внешней. В отличие от полосок А и Б, концы полосок В не разгибаются в стороны, а загибаются внутрь вплотную. Это сделано для увеличения массы полюсов якоря. Получившиеся V-образные части полюсов якоря нужно сложить и обжать жестяными полосками Е. Между соседними частями полюсов якоря, также для увеличения массы, закладывается по жестяному прямоугольнику. На полюса нужно надвинуть насадки Г и Д.

Статор. Для изготовления статора из толстой фанеры выпиливается шаблон.

На нем собираются вырезанные из жести по рис. 2 детали статора. Каждая половина окружности состоит из двух частей А и двух частей Б. Концы деталей А и Б нужно загнуть, как показано на рис. 2Б. Сборка на шаблоне производится в следующей последовательности: сначала закладываются в шаблон детали, вырезанные по размерам А, потом по размерам АII, БIII, БIV.

Между загнутыми концами этих деталей останутся щели; в них потом будут вставлены башмаки статора, а пока вдвиньте в них кусочки дерева, подходящие по размерам. Закрепленные на шаблоне части оберните четырьмя жестяными лентами шириной 20 мм. Все ленты должны соединяться встык, чтобы статор был ровным. Все это крепко перевязывается проволокой, стягивается покрепче, выравнивается, а швы и края пропаиваются.

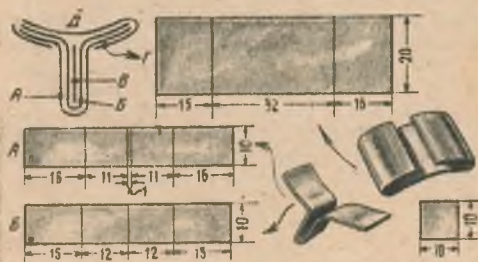


Рис. 3.

Конструкция башмаков и все размеры даны на рис. 3. Из жести вырезается по одной полоске А и Б. Их нужно изогнуть, как показано на рисунке, и полученную часть Б вставить в часть А. В хвост башмака вставляется квадратик В, а закругленную часть нужно обернуть насадкой Г. Таких башмаков нужно изготовить два. Они должны туго входить в щель между загнутыми частями статора.

Обмотка. Перед обмоткой якоря тщательно изолируется парафинированной бумагой или изоляционной лентой. На части полюсов у оси неплохо надеть щечки из картона. На каждый полюс якоря наматывается по 40—50 витков проволоки диаметром 0,8—1 мм, лучше в эмалированной изоляции. Все три полюса якоря обматываются в одну сторону и строго одинаково. Соединение концов обмоток показано на рис. 4.

Для обмотки статора катушки не нужны; намотка производится на деревянной рейке сечением 10×7 мм. На эту рейку надевается жестяная щечка и мелкими гвоздиками прибивается к ней (рис. 5). Затем надевается обжимка А и за ней вторая щечка, которая также прибивается к рейке.

Обжимку надо обернуть двумя-тремя слоями изоляционной ленты и между щечками заложить кусочки изоляционной ленты. Свешивающиеся за щечки концы должны быть длиной примерно в 1 см. В отверстие, просверленное в щечке, вставляется начало обмотки, и на обжимку между щечками наматывается 50—60 витков эмалированного провода диаметром 1 мм. После намотки свободные концы изоляционной ленты накладываются друг на друга, одна щечка снимается, а за ней осторожно снимается и готовая обмотка (рис. 5Б).

Таких обмоток нужно сделать две. Готовые обмотки покрываются лаком. Когда лак высохнет, обмотки надеваются на загнутые части статора, а в щели их вдвигаются башмаки. Надевая обмотки, нужно следить за тем, чтобы направление витков в обеих обмотках было одинаковым. Четыре конца обмоток соединяются так: начало одной обмотки соединяется с концом другой; два других конца остаются пока свободными.

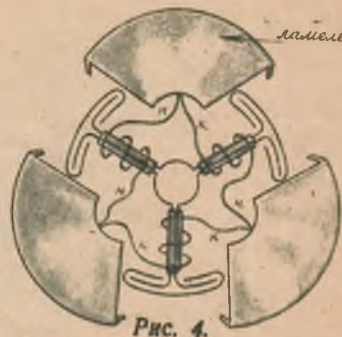


Рис. 4.

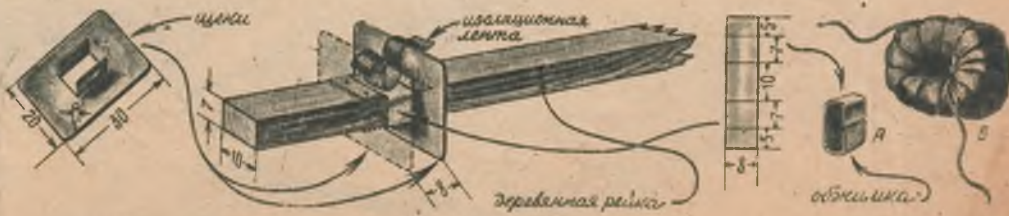


Рис. 5.

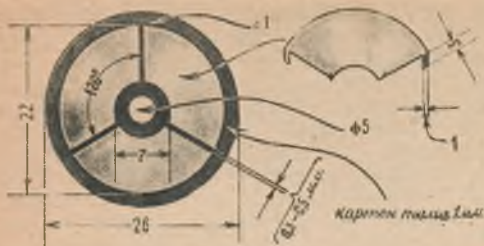


Рис. 6.

Коллектор у нашего мотора плоский. Все размеры его даны на рис. 6. Ламели делаются из тонкой меди или латуни. Кругок вырезывается из прессшпана или эбонита. В отверстия, сделанные по краям, вставляются кончики ламелей и с другой стороны загибаются. Так как на оси гироскопа не хватает места для коллектора, он приклеивается столярным клеем прямо к обмоткам якоря; концы обмоток припаиваются к ламелям. Коллектор нужно установить так, чтобы щели между ламелями оказались точно между полюсами якоря.

Щетки. Размеры щеток даны на рис. 7. Щеткодержатель состоит из эбонитовой пластинки Б и ступеньки А. Ступенька А приклеивается к середине пластинки Б. По краям к пластинке приклеиваются щетки В, сделанные из хорошо пружинящей латуни толщиной 0,3—0,4 мм. Для лучшей работы мотора на концы щеток припаиваются серебра-

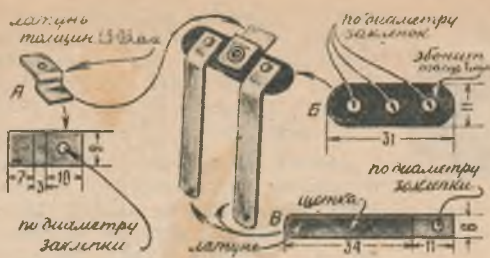


Рис. 7.

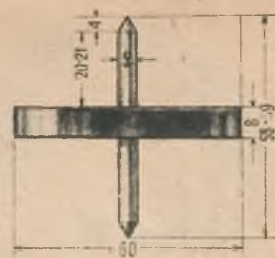


Рис. 8.

Держатели подшипников. Концы оси гироскопа вращаются в углублениях, сделанных в винтах из стали. Держатели делаются из меди или латуни толщиной 1,5 мм (рис. 9). Держатель П-образной формы припаивается к статору мотора со стороны коллектора. В отверстии держателя при помощи двух гаек укреп-

ляется к любой щетке. К другому концу и щетке подается постоянный или переменный ток напряжением 4—6 вольт. Двигая щетки по коллектору, найдите положение, при котором мотор работает лучше всего, и припаяйте ступеньку щеткодержателя к статору.

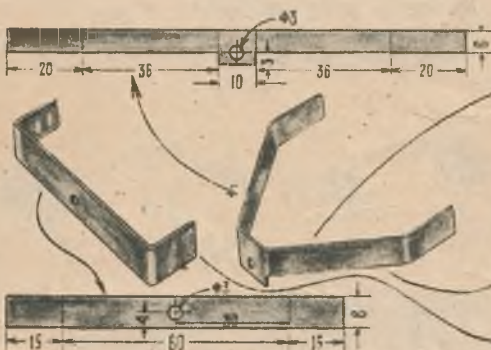


Рис. 9.

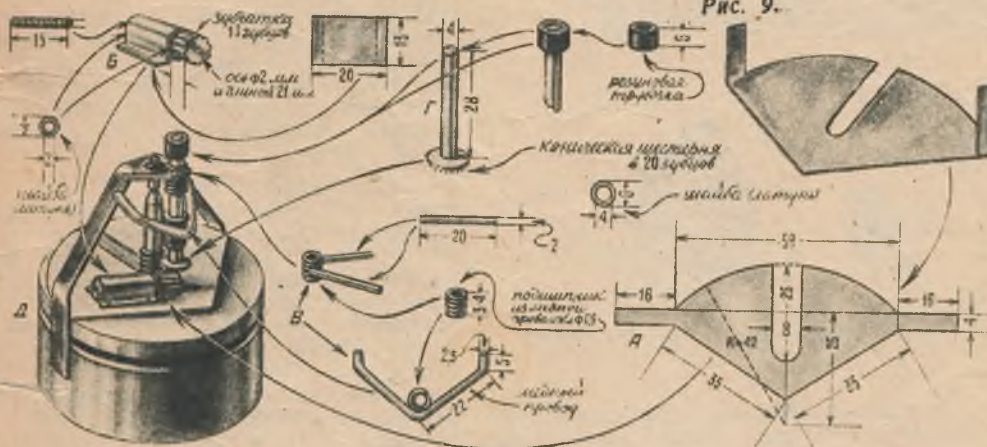


Рис. 10.

ные пластинки. Клепку деталей к эбониту нужно производить осторожно, легкими ударами молотка, иначе он расколется.

Гироскоп для нашего стабилизатора можно купить готовый, выпускаемый заводом им. Кулакова. Для ребят, которые работают в ДТС и имеют возможность выточить гироскоп на станке, мы даем его размеры (рис. 8). Ось гироскопа нужно выточить из стали. Концы оси стачиваются на конус.

ляется винт-подшипник. На ось гироскопа нужно надеть якорь и припаять его.

Между краем статора и маховиком гироскопа должно остаться расстояние в 5 мм. Теперь нужно припаять к статору V-образный держатель, предварительно укрепив в его отверстии винт-подшипник. Во время вращения маховик не должен касаться обмоток статора.

От обмоток статора у нас остались свободными два конца. Один из них при-

Зубчатая передача (рис. 10) состоит из червяка, одной десятизубчатой шестерни и конической шестерни с 20 зубьями. При помощи их вращение гироскопа передается с большим уменьшением числа оборотов на ось, параллельную оси гироскопа. Изготовление передачи начнем с детали А. Она выпиливается из латуни толщиной 0,5 мм. После этого хвосты детали загибаются вверх и припаиваются изнутри к V-образному держателю подшипника (рис. 10, Д). Эта деталь должна быть установлена так, чтобы ни ось гироскопа, ни маховик нигде не касались ее.

На ось гироскопа нужно надеть червяк. Для червяка можно подобрать или подходящий болтик с отверстием в середине, или гнездо от радиоприемника. В крайнем случае его можно изготовить самому, намотав на ось гироскопа провод, а затем припаяв его. Толщина провода должна равняться расстоянию между зубцами шестерни, а расстояние между витками — толщине зубца.

На рис. 10, Б показано крепление 10-зубчатой шестерни. Пластика из жести размером 20×13 мм изгибается в П-образную стойку, форма которой хорошо видна на том же рисунке. В верхнюю часть ее впаивается подшипник, сделанный из медной проволоки, скрученной в спираль. У самой шестерни к оси нужно припаять шайбочку, после чего ось шестерни вставляется в подшипник и на выступающий из подшипника конец оси припаивается другая шайбочка. Стойку шестерни нужно припаять к детали А под прямым углом к вырезу так, чтобы шестерня соединялась с червяком.

При вращении гироскопа шестерня должна вращаться легко и без заеданий. С этой шестерней нужно сцепить вторую, коническую, с числом зубцов от 20 до 30 (рис. 10, Г). Достать такую шестерню нелегко, и в крайнем случае ее

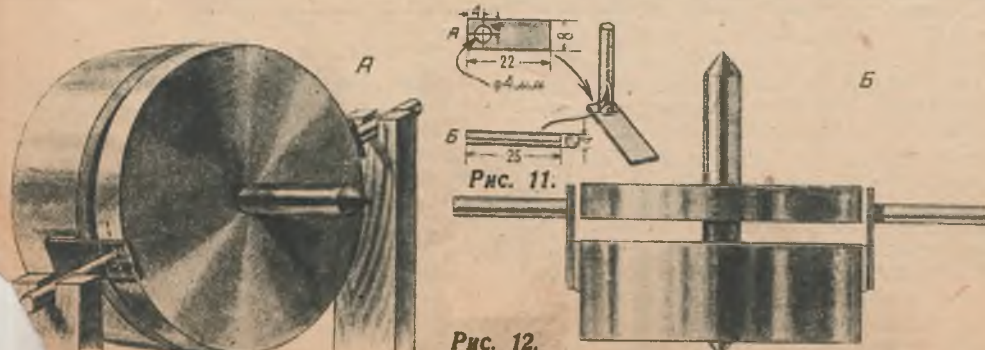


Рис. 12.

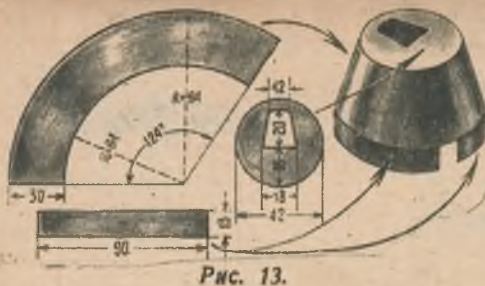


Рис. 13.

придется сделать самому, но исключительно тщательно.

Для конической шестерни нужно достать ось диаметром 4 мм и длиной 28 мм (от «конструктора»). На один конец ее припаивается коническая шестерня. Для оси нужно сделать два подшипника из медной проволоки диаметром 0,5 мм (рис. 10,В). К одному подшипнику припаиваются два отрезка вязальной спицы, к другому — кусок медной проволоки, изогнутой по форме, показанной на рис. 10,В. При помощи этих деталей подшипники со вставленной в них осью ко-

нужно немного сместить в сторону мотора и окончательно припаять к статору его. Рис. 12,Б показывает, как велико должно быть смещение боковых осей: нижние плоскости маховика и осей находятся на одной линии.

Кожух. На ту часть гироскопа, где расположены груз (свинец) и зубчатая передача, нужно надеть кожух, сделанный из жести. Размеры деталей кожуха даны на рис. 13. Готовый кожух нужно припаять к держателю верхнего конца оси гироскопа и к пластинкам, на которых установлены боковые оси.

Стойки для скольжения боковых осей гироскопа. Боковые оси гироскопа должны скользить, чтобы гироскоп имел возможность перемещаться из стороны в сторону. Для этого в стойках боковых осей гироскопа укрепляются шарикоподшипники (снизу) и маленькие шкивочки от «конструктора» (сверху). Размеры стоек даны на рис. 14. Там же видно, как их нужно изогнуть. На шариковые подшипники надеваются по два кольца из жести и припаиваются к ним сверху. Расстояние между кольцами должно быть равно 4,5 мм.

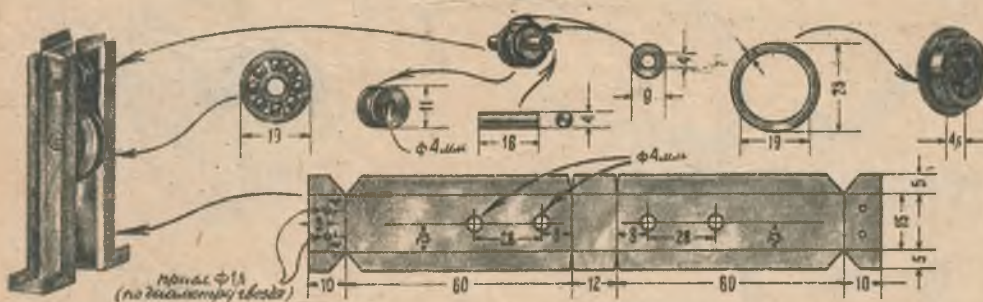


Рис. 14.

нической шестерни припаиваются к держателю (рис. 10,Д). При пайке нужно обратить внимание на то, чтобы центр оси конической шестерни находился прямо против тупого угла детали А. На ось нужно напаять две шайбочки с таким расчетом, чтобы одна из них не давала ей перемещаться вверх, а другая — сильно давить через коническую шестерню на 10-зубцовую. На верхнюю часть оси конической шестерни на протяжении 6 мм от края нужно намотать медную проволоку диаметром 0,8 мм. Сверху на проволоку надевается кусочек резиновой трубки длиной 5 мм. Толщина трубки должна быть такой, чтобы внешний диаметр резинового ролика не получился бы больше 9 мм.

Боковые оси гироскопа. На рис. 11 даны размеры боковых осей гироскопа. Пластинки А выгибаются из латуни толщиной 1,5 мм. В отверстия пластинок вставляются и припаиваются оси Б. Пластинки должны быть припаяны пока так, чтобы центры осей Б проходили через середину толщины маховика. После этого гироскоп устанавливается на специальном станочке. Станочек этот легко построить, поэтому описание его мы не даем (рис. 12, слева).

Когда вы поставите гироскоп в станочек, то увидите, что та часть, где находится мотор, перетянет и окажется внизу. Ось гироскопа будет стоять вертикально. Нам же нужно, чтобы эти части имели одинаковый вес. Для этого в верхней части на детали А (рис. 10) укрепляется свинец. Свинец нужно добавлять постепенно, до тех пор пока обе части будут весить одинаково и ось гироскопа установится горизонтально (рис. 12,А). Когда это достигнуто, боковые оси



Фото стабилизатора Б. Малькова.

В верхние отверстия стоек вставляются оси, на которых между двумя шайбочками из латуни укреплены шкивочки. Выступающие с обеих сторон концы осей нужно припаять к стойкам. Дуговые рейки, между которыми помещается ролик, находящийся на оси конической шестерни (рис. 15), делаются из миллиметровой латуни. Стойки для них делаются из жести. Швы стоек нужно пропаять.

Сборка стабилизатора. Сборка производится на основании размером 110 × 115 мм из пятимиллиметровой фанеры. На одной стороне у самого края прибивается гвоздиками или, лучше, привинчивается мелкими шурупами одна из стоек для скольжения боковой оси гироскопа. В отверстие между шарикоподшипником и шкивочком вставляется боковая ось гироскопа. Вторая ось вставляется между теми же частями другой стойки, которая укрепляется на противоположном краю основания. Гироскоп должен легко скользить от одной стойки к другой.

Дуговые рейки укрепляются так: сначала к основанию прибиваются гвоздями стойки. Местоположение реечных стоек на панели легко найти. К стойкам припаиваются дуговые рейки (см. фото). Расстояние между дугами равно 11 мм.

На фото готового стабилизатора видно, что дуговые рейки в нескольких местах скреплены жестяными уголками. Их

нужно обязательно сделать. Они сильно увеличивают «жесткость» всей конструкции. Для этой же цели средний уголок соединен двухмиллиметровой вязальной спицей с ближней стойкой.

Для подачи тока к мотору свободный конец обмоток статора припаивается к статору же (это можно сделать только в том случае, если все обмотки мотора хорошо изолированы), а провод от щетки выводится к кожуху и при помощи скобки прикрепляется к нему. Этот провод должен быть хорошо изолирован от кожуха. К концу этого провода припаивается хороший, гибкий провод. Гибкий провод также при помощи скобки прикрепляется к среднему уголку. Оттуда он подводится к клемме и припаивается к ней.

Клемма — это просто жестяная пластинка 9 × 17 мм, прибитая двумя гвоздями к основанию. Обе стойки для боковых осей гироскопа соединяются внизу миллиметровым проводом, а от одной из них подводится провод ко второй, свободной, клемме. К клеммам подводится ток напряжением 6—7 вольт от мощного понижающего трансформатора (например типа ОС—0,04).

Запуск стабилизатора. Чтобы привести стабилизатор в действие, нужно подать электромотору стабилизатора ток и придерживать стабилизатор рукой в вертикальном положении, пока маховик гироскопа с якорем электромотора не наберут полного количества оборотов. Как только электромотор стабилизатора начнет работать на полной скорости, уберите руку от стабилизатора; он останется в вертикальном положении и будет держать вагончик.

Когда перед запуском будете держать стабилизатор в вертикальном положении, старайтесь, чтобы ролик дополнительной оси не касался дуговых реек, находился между ними. Этим вы уменьшите трение и позволите электромотору быстрее набрать максимальное количество оборотов.

ОТ РЕДАКЦИИ. Описанный Б. Мальковым гироскопический стабилизатор представлен им на четвертый всесоюзный конкурс «Знание — сила». Так как понять действие стабилизатора гораздо легче, имея готовую модель и экспериментируя с нею, мы помещаем сейчас только статью, описывающую изготовление модели. Описание постройки вагончика для однопорельсовой дороги, всех механизмов к нему, а также статья, поясняющая действие волчка в стабилизаторе, будут опубликованы в следующем номере.

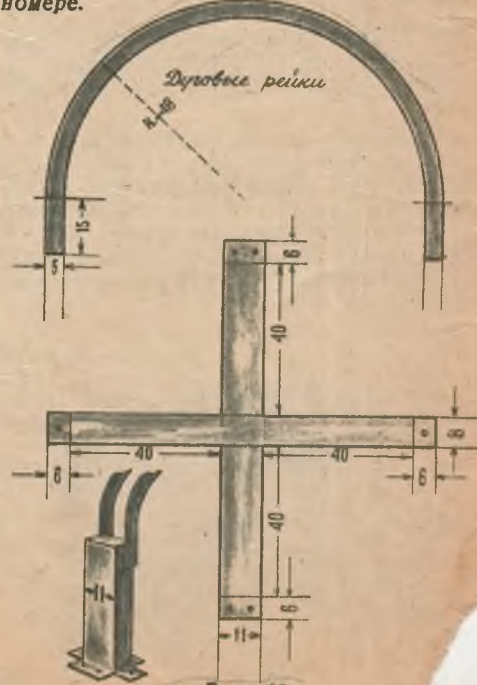


Рис. 15.

41

Адаптер



Принцип действия адаптера показан на рис. 2.

Патефонная иглолка, закрепленная в якоре, следуя по звуковой борозде пластинки или пленки, колеблется, закрепленный в резиновых демпферах, вправо и влево. Колеблющийся якорь (для простоты рисунка он показан без катушки) то приближается, то удаляется от полюсных башмаков магнита. Эти колебания вызывают в якоре магнитный



Рис. 7.



Рис. 8.

поток, которого не было в момент покоя (рис. 2, А). Направление магнитного потока, как видно на рис. 2, Б и 2, В, изменяется в зависимости от поворота якоря в сторону одного или другого полюса магнита.

Величина магнитного потока также будет меняться в зависимости от величины зазора между полюсами и якорем. При проигрывании пластинки меняющийся магнитный поток в якоре вызывает в звуковой катушке адаптера переменную электродвижущую силу, которая усиливается при помощи ламповых усилителей.

В качестве усилителя чаще всего применяются фабричные радиоприемники, имеющие гнезда для включения адаптера, или специальные усилители.

Изготовление адаптера

На фото (на заставке) дан общий вид нашего самодельного адаптера. В отличие от обычного адаптера, в нашей конструкции постоянный магнит заменен электромагнитом. Обмотка его питается карманной батареей. Приключении обмотки электромагнита к батарее и обмотки звуковой катушки к усилителю производится двумя парами гибких шнуров.

Сердечник электромагнита. Для изготовления П-образного сердечника делается деревянный шаблон (рис. 3, А). Чтобы собрать сердечник толщиной 6 мм, необходимо нарезать из жести от консервных банок тридцать полосок (рис. 3). Полоски необходимо тщательно выправить. Собрать сердечник нужно так, как показано на рис. 3, А, гнуть на шаблоне каждую полоску отдельно, накладывая одну на другую. Согнутые таким образом полоски следует подровнять, стянуть несколькими витками про-

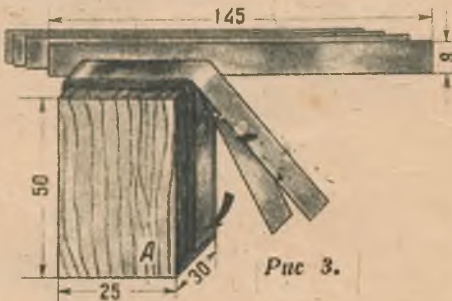


Рис. 3.

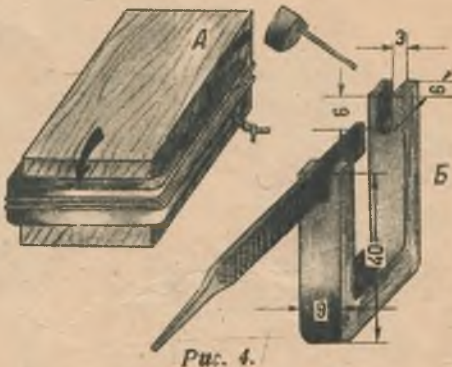


Рис. 4.

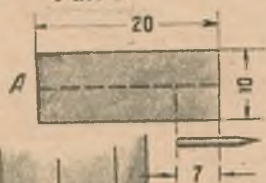


Рис. 5.

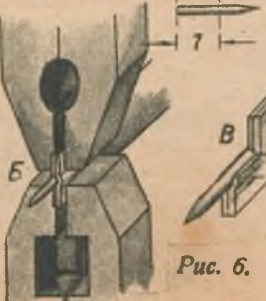


Рис. 6.

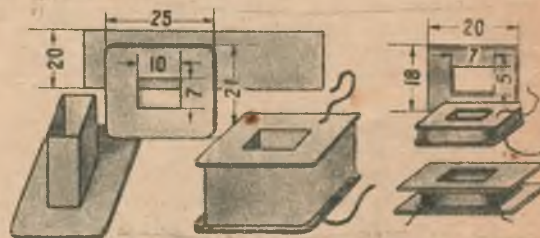


Рис. 9.

Рис. 10.

волокни (рис. 4, А) и пропаять со всех сторон.

Пропаянный сердечник снимается с шаблона, лишние концы отпиливаются до нужной величины. Все торцевые стороны, чтобы на поверхности их не было заусенцев и наплывов олова, тоже опиливаются.

Для крепления к сердечнику полюсных башмаков в каждом полюсе нужны

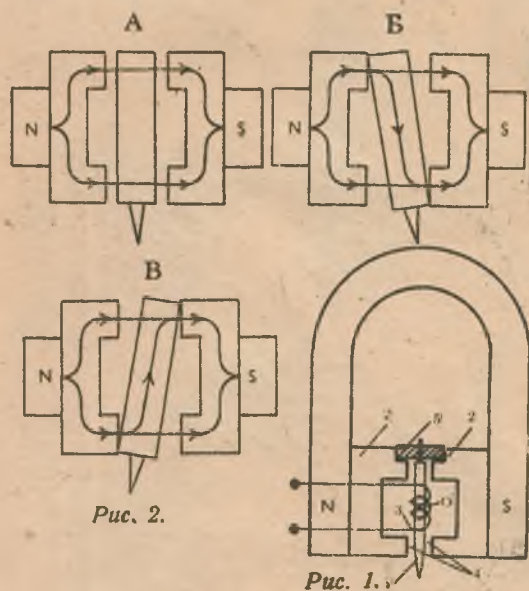


Рис. 2.

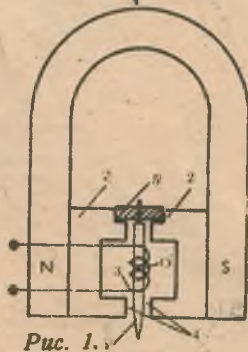


Рис. 1.

Б. ШЕФЕР

Рис. автора

Устройство и принцип действия

Наиболее часто встречающаяся схема адаптера показана на рис. 1. Железный якорь 1 имеет возможность колебаться около оси О. На нижнем конце якоря имеется иглодержатель для крепления иглы. Якорь упруго закреплен между полюсными башмаками 2—2 постоянного магнита.

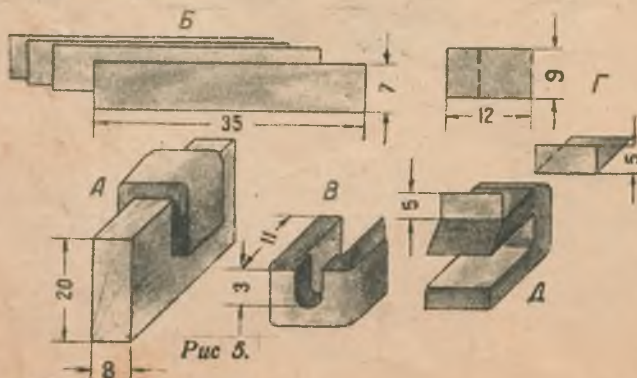


Рис. 5.

пилить плоским напильником пазы (рис. 4,Б). Готовый сердечник нужно положить в раствор обыкновенной соды в воде и прокипятить, иначе он заржавеет от паяльной кислоты. После этого сердечник можно покрыть какой-нибудь краской или лаком.

Полюсные башмаки собираются на шаблоне (рис. 5,А и 5,Б) из десяти жестяных полосок, стягиваются проволокой и пропаиваются, после чего снимаются с шаблона и опиливаются (рис. 5,В и 5,Д). Один из полюсов каждого башмака нужно спилить под углом приблизительно 45° .

Для крепления башмаков к полюсам электромагнита в каждом башмаке пропиливается паз (рис. 5,Д). С наружной стороны каждого спиленного под углом полюса припаивается согнутая под прямым углом пластинка из жести (рис. 5,Г). Готовые башмаки можно покрасить, предварительно нейтрализовав кислоту.

Якорь делается из железа толщиной 0,4—0,5 мм. Вырезанная из такого железа полоска 10×20 мм выпрямляется и сгибается вдоль пополам, причем посредине согнутой полоски закладывается патефонная игла. Иголку плотно обжимается в тисках или плоскогубцами (рис. 6,Б). Шов якоря пропаивается и выравнивается напильником.

Для крепления хомутка иглодержателя на конце якоря, со стороны шва,

локи диаметром 0,35—0,4 мм. Наматывать нужно плотно, ряд к ряду. Снаружи готовые катушки оклеиваются полосками из плотной бумаги или клеенкой.

Звуковую катушку нужно купить готовую. Стоит она недорого. Наиболее подходящей будет высокоомная катушка от репродуктора «рекорд». Для крепления катушки в башмаках к картонным щечкам ее необходимо приклеить более толстые щечки, вырезанные из прессшпана, тонкого эбонита или фибры (рис. 10).

Ниппель. Пружинящий поясok — ниппель — делается из железа толщиной 0,5 мм. Он сгибается на деревянной па-

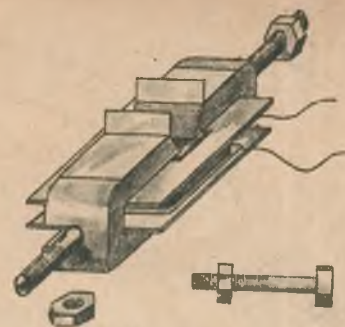


Рис. 13.

лочке диаметром 13 мм (рис. 11,А). Угольник для крепления (рис. 11,Б) выгибается из такого же железа и припаивается к внутренней стенке пояска (рис. 11,В). Чтобы поясok лучше пружинил, внутрь его нужно заложить кусок мягкой резины подходящего диаметра.

Сборка адаптера

Сперва собирается электромагнит. Для этого нужно насадить катушки возбуждения на полюса электромагнита. Чтобы катушки плотно сидели на сердечнике, между железом и гильзами катушек прокладываются тонкие полоски картона. Обмотки катушек соединяются последовательно (рис. 12). Правильность соединения обмоток определяется силой намагничивания при включении батареек. Полюсные башмаки крепятся к полюсам электромагнита при помощи двух небольших винтов с гайками. Прежде чем полюсные башмаки будут перевернуты к сердечнику, между полюсами башмаков нужно укрепить звуковую катушку (рис. 13).

Затем устанавливается якорь и проверяются зазоры между якорем и полюсами башмаков. При правильном положении якоря зазоры с каждой стороны должны быть по 0,5 мм (рис. 14). Если зазор окажется меньше, полюсные башмаки следует опилить с торцевой стороны. Если зазоры окажутся больше указанной величины, то их надо уменьшить, проложив жестяные прокладки между полюсными башмаками и полюсами электромагнита.

Когда зазоры точно установлены, можно окончательно укрепить якорь.

(Окончание см. на 45 стр.)

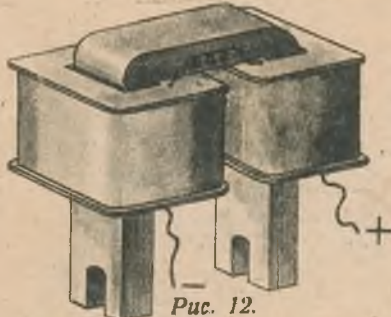


Рис. 12.

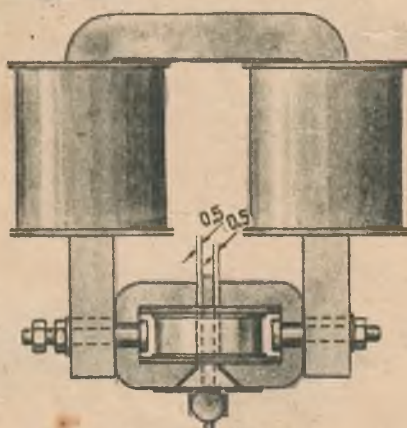


Рис. 14.

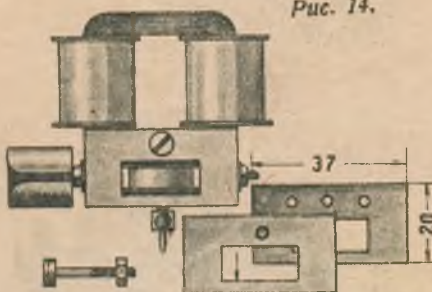


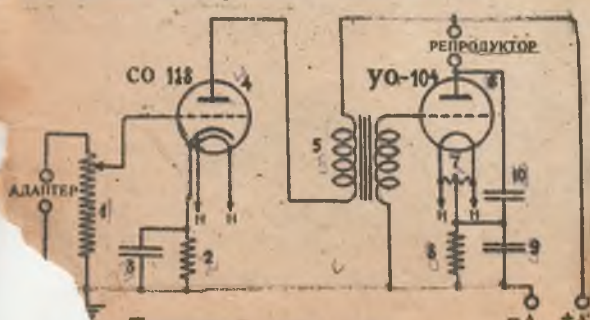
Рис. 15.

делается прямоугольный пропил до иглы (рис. 6,В).

Иглодержатель собирается из небольшого винта с гайкой и полоски жести (рис. 8). Готовый иглодержатель крепится на якорь. Для этого хомутик насаживается на якорь со стороны иглы (рис. 8,А). Винт завертывается до упора в иглу и хомутик припаивается к якорю.

Для крепления якоря к полюсным башмакам из резины вырезается призмочка (рис. 8,Б), можно взять кусочек ластика для стирания карандаша. В середине призмочки делается щелевая прорезь, в которую просовывается якорь до хомутка иглодержателя.

Катушки электромагнита. Каркасы катушек (рис. 9) делаются из прессшпана или плотного нетолстого картона. Гильзы катушек склеиваются на деревянном брусочке такой же толщины, как и полюса электромагнита. Щечки приклеиваются к гильзам столярным клеем или шеллаком. Склеенные каркасы катушек для прочности тоже покрываются шеллаком. На каркасы наматывается по 300 витков изолированной медной прово-



Принципиальная схема.

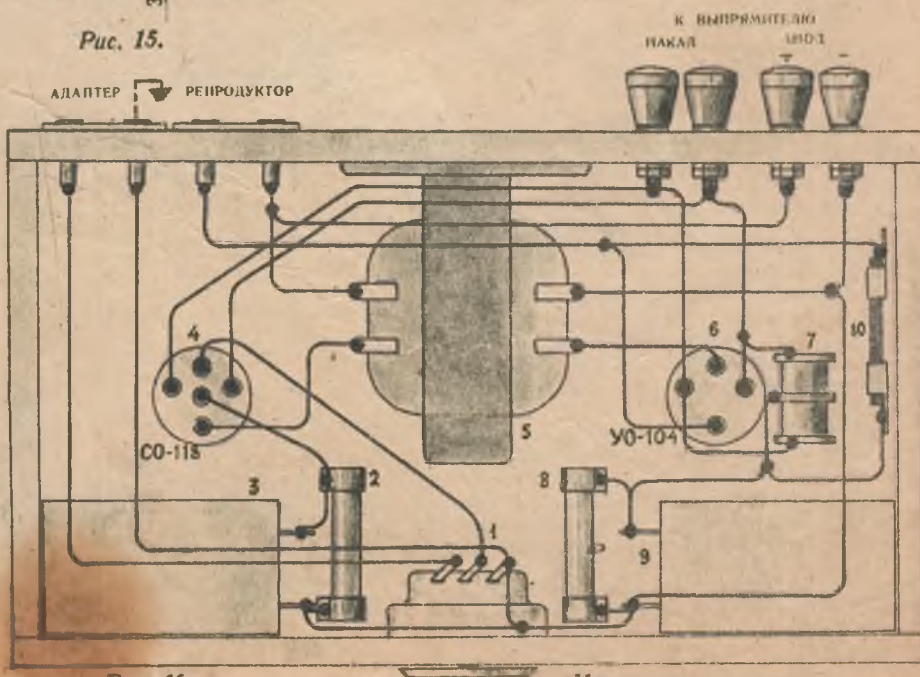


Рис. 16.

Монтажная схема.

Новые модели на конкурс

В редакцию начали поступать посылки — большие и маленькие ящики с жирной надписью: «На конкурс в честь XVIII съезда ВКП(б)». Это приходят модели от участников нашего IV конкурса.

Интересную и оригинальную модель гироскопического стабилизатора для вагона однопорельсовой железной дороги сделал

Селекторы Юры Устинова — его лучшая модель. Действует селектор безукоризненно точно и безотказно. Юра очень остроумно решил задачу с устройством поворота храповика ровно на один зубец. Он достиг этого путем установки простого ограничителя хода храповика.

В селекторе имеется тепловое реле времени. Когда селектор срабатывает, одновременно зажигается лампочка, сигнализирующая о том, что селектор работу выполнил. Селектор рассчитан на двенадцать приказаний и питается током от одной карманной батарейки или от трансформатора 6—7 вольт. Описание селектора мы дадим в следующем номере.

Фотоаппарат Юры Устинова — с ирисовой диафрагмой, с дальномером и с затвором типа «ФЭД». Линза — обычная очковая. Светосила объектива — 1:4,5. Работает аппарат хорошо. Снимки, произведенные этим фотоаппаратом, мы здесь помещаем.

Юный техник Саша Глушков, 13 лет, ученик 7-го класса 7-й школы г. Краснокамска, прислал модель парового котла с турбиной. Сделал он эту модель по описанию, помещенному в № 4 журнала «Знание — сила» за 1936 г. Паротурбинная установка Саши Глушкова сделана просто, но тщательно и работает очень хорошо. Для быстрого нагрева воды Саша ~~установил~~ ^{присоединил} к котлу снизу с обеих сторон по шесть U-образных медных трубок, как было описано в № 4 «Знание — сила» за 1939 г.

Коля Алаторцев, 16 лет, ученик 10-го класса 1-й школы г. Павлова-на-Оке, прислал модель торпедного катера с паротурбинным двигателем. Модель очень небольшая: 20—23 см в длину и 7—8 см в ширину. В этой модели Коля Алаторцев умудрился поместить котел с горелкой и сравнительно большую турбину.



Модель паровоза «ИС», присланная на конкурс Владиславом Аникиным, 15 лет (г. Москва).

Модель торпедного катера, присланная на конкурс Колей Алаторцевым, 16 лет (г. Павлов-на-Оке).



юный техник Борис Мальков, 16 лет, ученик 8-го класса 119-й школы Москвы. Это пока единственная модель гироскопического стабилизатора не только у нас в СССР, но и за границей, сделанная юным техником в домашних условиях. Борис Мальков сделал эту модель очень хорошо, и стабилизатор отлично действует.

В этом номере мы даем описание изготовления модели стабилизатора, так как многие юные техники давно уже запрашивают редакцию о таком приборе. Редакция надеется, что юные техники, которые будут строить модель стабилизатора, подумают над дальнейшим улучшением прибора и разработают новые конструкции гироскопических стабилизаторов и других интересных приборов с гироскопом.

Юный техник Владислав Аникин, 15 лет, ученик 9-го класса 147-й школы Москвы, прислал модель паровоза «ИС» — точную копию с настоящего паровоза «ИС». Внешне модель сделана прекрасно. Двигатель паровоза — двухцилиндровая паровая машина. Спереди имеется одна верхняя фара, которая питается от карманной батарейки. Мы испытывали эту модель. Паровая машина действует, но паровоз ходит с небольшой скоростью. И эта модель — большое достижение в практике моделирования. До сих пор юным техникам не удавалось построить действующую модель паровоза с паровой машиной, если они не искажали деталей и не портили внешней формы. Описание этой модели мы опубликуем в одном из ближайших номеров.

Юный техник Юра Устинов, 17 лет, ученик 10-го класса 21-й школы г. Перми, прислал на конкурс три модели: модель электровоза-автомата, селектор для радиоуправляемых моделей и фотоаппарат типа «лейки».

Модель электровоза-автомата ходит по трехрельсовому пути, останавливается у станции, автоматически открывает двери, через несколько секунд закрывает их и сама трогается с места. Механизмы электровоза — это электромотор (двигатель модели), соленоиды, автоматически открывающие и закрывающие двери и переключающие ток с реле времени к электромотору, и электромагнитное реле, работающее от реле времени и выключающее соленоиды.

Общий вид электровоза Юры Устинова, 17 лет (Пермь).



Электровоз без корпуса. На снимке видны: электромотор — двигатель, тепловое реле и соленоиды.

