

ЮНЫЙ

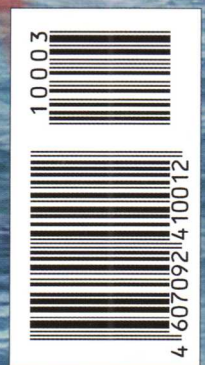
Журнал
для любознательных



ЭРУДИТ

март
2010

SCIENCE & VIE
Junior



**Вокруг света
по спирали**

Начало жизни на Земле

**В АРСЕНАЛЕ
ЭЛЕКТРОПУШКА!**

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ О НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

ПОДПИСКА
«Почта России» – **99641**
«Роспечать» – **81751**

Юный ЭРУДИТ

Журнал для любознательных

Издание осуществляется
в сотрудничестве
с редакцией журнала
«SCIENCE & VIE. JUNIOR»
(Франция).

март 2010

Журнал «Юный эрудит» № 3 (91),
март 2010 г.

Детский научно-популярный
познавательный журнал.

Для среднего школьного возраста.

Учредитель ООО «БУКИ».

Периодичность 1 раз в месяц.

Издаётся с сентября 2002 года.

Главный редактор журнала
Василий РАДЛОВ.

Перевод с французского
Виталия РУМЯНЦЕВА.

Вёрстка Александра ЭПШТЕЙНА.

Печать офсетная. Бумага мелованная.

Заказ № 65.

Подписано в печать 27.01.2010.

Журнал зарегистрирован
в Министерстве РФ по делам
печати, телерадиовещания и СМИ.
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ 77-16966 от 27 ноября 2003 г.

Издаётся ООО «БУКИ».

Адрес: 123154 Москва, б-р Генерала
Карбышева, д.5, корп.2

Для писем и обращений: 119021
Москва, Олсуфьевский пер., д.8, стр.6.

Электронный адрес: info@egmont.ru
В теме письма укажите:
журнал «Юный эрудит».

Отпечатано в ЗАО «Алмаз-Пресс»:
123022 Москва, Столярный пер., 3/34.

Цена свободная.

Распространитель
ЗАО «Эгмонт Россия Лтд.».

Размещение рекламы:
«Видео Интернешнл-Пресс ВИ»,
тел.: (495) 937-07-67.

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламных материалов.

Любое воспроизведение материалов
журнала в печатных изданиях и в сети
Интернет допускается только с письмен-
ного разрешения редакции.



ЭГМОНТ

Технокалейдоскоп

1

Амфибия «Питон» американской компании «Уотер кар» на суше разгоняется за 4,5 секунды до 100 км/ч (почти на секунду быстрее, чем спорткар «Порше 911»). В воде же его догонит разве что гоночная моторная лодка: 97 км/ч по волнам!



Вопрос – ответ

3

Календарь марта

4

Наука открывает тайны

Великий скачок от неживой материи к живой

6

Жизнь зародилась в аду

9

Самые первые живые существа

12

Военное дело

Рождение винтовки

15

Домашняя лаборатория

Опыт с монеткой

20

Подумай как следует!

Ответы на задачи и два новых задания

21

Современное вооружение

Электрическая пушка: революция в военной технике

22

Удивительные животные

Вокруг света по спирали

27

В окно бьется ночная бабочка. Если ей удастся попасть внутрь, она полетит к лампе, но не прямо, а по причудливой траектории – направление полета закручивается в спираль, словно какая-то таинственная сила неуклонно тянет насекомое к лампе.



Что там внутри

Машина для ралли

30

РОБОТ-ЗМЕЯ

Студенты и сотрудники Мичиганского университета создали необычный робот, который они назвали «ОмниТред». Он не похож на традиционного робота, напоминающего симпатичного человечка, его вид, наоборот, неприятен, так как вызывает ассоциации со змеей. Но это не важно, ведь задача ОмниТред – помогать спасателям, и при такой работе змеиная форма и змеиный способ передвижения – лучший вариант!

**УМНЫЕ ДЕЛЬФИНЫ И ЗЛОПАМЯТНЫЕ РЫБЫ**

Премудрые пескари и умеющие говорить золотые рыбки встречаются только в книжках. В жизни рыбы – одни из древнейших существ нашей планеты – умом не блещут. Впрочем, как установили недавно австралийские ученые из университета Чарльза Стерта, мозг рыб не так уж прост. Например, встречу с хищником некоторые рыбы могут хранить в своей памяти несколько месяцев, а крохотная рыбка гамбузия, ближайшая родственница аквариумных гуппи, «умеет считать» до четырех (способна различать между собой группы, в состав которых входит до четырех предметов). Титул же самого умного животного присвоен теперь дельфинам, хотя раньше считалось, что самые умные звери на свете – шимпанзе.

**ДВОЙНАЯ ПОЛЬЗА**

Везет же японским школьникам! Теперь на уроках физкультуры они могут крутить педали велотренажера и, глядя во впередистоящий экран монитора, одновременно кататься по виртуальному городу. Совсем как в игровых автоматах с гонками! Этот тренажер разработала фирма «Хонда», и в планах компании оснастить такими устройствами как можно больше учебных заведений, ведь в электронике тренажера встроена программа, обучающая безопасному вождению велосипеда по улицам городов.



СОМ-ЛЮДОЕД

Что это? Акула? Нет, это обычный пресноводный сом, правда, гигантского размера: его длина – около 3 метров, а самая крупная часть тела, голова, имеет ширину 1 метр. Эту рыбку выловили в одном из водоемов Китая, и хотя она – не чемпион по росту среди сомов (в Америке был пойман сом длиной 6,3 м), характер у нее был скверный. Говорят, в желудке этого сома нашли останки человека!

НА ШОССЕ – КАК РЫБА В ВОДЕ

На суше тюлень медлителен и неуклюж, но зато он отлично плавает! Антилопа, наоборот, быстро бегает, а в воде чувствует себя неуверенно. То же самое и с техникой: люди давно пытались сконструировать что-то, на чем можно было бы передвигаться по земле и по воде, но у них получались либо плохо ездящие лодки, либо медленно плавающие автомобили... И так было до тех пор, пока американская компания «Уотер кар» не выпустила амфибию «Питон». На суше это чудо техники за 4,5 секунды разгоняется до 100 км/ч (почти на секунду быстрее, чем спорткар «Порше 911») и может развить скорость до 161 км/ч. В воде же его догонит разве что гоночная моторная лодка: по волнам амфибия несется со скоростью 97 км/ч!

Увидеть, как мчится эта машина, можно в интернете по адресу:

http://www.watercar.com/html/watercar_videos.html



Материалы рубрики
«Технокалейдоскоп»
предоставлены журналом
«SCIENCE & VIE. JUNIOR».



Вопрос прислал Александр
Варава из п. Белая Глина

жителей германии
называют «немцами»?

Слово «немец» происходит от слова «немой». Так наши высокомерные предки называли всех иностранцев, не говоривших по-русски. Даже во времена Петра I царских фаворитов Лефорта и Гордона звали «немцами», хотя первый был швейцарцем, а второй – англичанином. А так как большинство живших в России иностранцев были выходцами из Германии, в конце концов именно германцев и стали называть у нас «немцами»,

хотя сами немцы называют себя «дойч». Заметим, что подобные «неправильные» названия национальностей совсем не редкость. Тех же немцев французы и испанцы называют «алеманами», а итальянцы – «тедесками». Интересно, что англичане называют голландцев «датч» (не путать с датчанами, которые по-английски будут «даниш»!). Это произошло потому, что раньше жители Голландии назывались «нидердейч», то есть «нижние немцы», «немцы с низкой земли». Со временем англичане трансформировали это слово в более короткое «датч». Правда, непонятно, почему они переделали только «нижних немцев», остальных-то они называют как положено – «джэмен» (german)!

очень удобно. Если же в такой обменной цепочке стоят не три человека, а, скажем, десять, обмен вообще может не состояться – рыба просто протухнет, пока дойдет до собирателя! Чтобы упростить обмен, люди и придумали деньги – некую специфическую вещь, которой можно было бы выразить стоимость всех товаров. И тут уже всё зависит от договоренности людей о том, что именно считать деньгами. Если в Европе и Азии издавна расплачивались монетами из металла, то на островах Океании в качестве денег выступали ракушки, туземцы Новой Зеландии платили камнями с просверленной дыркой, а в Древней Руси, помимо монет, использовали соляные бруски и шкурки белок, куниц и соболей. Конечно, чтобы деньги были «настоящими», они должны обладать некоторыми специфическими свойствами. Например, их должно быть трудно подделать, они должны хорошо сохраняться и быть удобными в обращении, а также их выпуск и количество должен кто-то контролировать, ведь если денег станет слишком много, произойдет инфляция – деньги обесценятся, и на одну и ту же сумму денег можно будет обменять меньше товара. И в этом смысле дерево

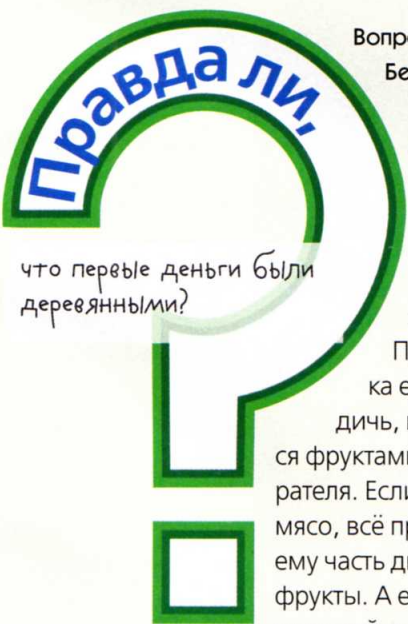
– плохой материал для денег.

Впрочем, в Китае в качестве денег использовали бамбуковые палочки с выжженным клеймом, а в 1932 году в США один из обанкротившихся



банков выпустил собственные

деревянные деньги, но это – скорее, казус. Об использовании денег из дерева в древности история умалчивает. Если таковые и были, они просто не сохранились, ведь первые монеты появились еще в 7-м веке до нашей эры, а золотом люди начали расплачиваться 4 тысячи лет назад. У нас термин «деревянные деньги» появился в конце прошлого века. Так пренебрежительно называли отечественные рубли, которые за пределами России были никому не нужны, в отличие от свободно конвертируемой (обмениваемой) валюты – долларов, евро, британских фунтов стерлингов и т. п.



Вопрос прислал Эдуард
Белячков из Татарстана

что первые деньги были
деревянными?

Представь себе трех древних людей – охотника, рыбака и собирателя съедобных растений, живущих во времена, когда денег не было.

Предположим, у охотника есть подстреленная дичь, и он хочет полакомиться фруктами, которые есть у собирателя. Если собирателю нужно мясо, всё просто – охотник отдает ему часть дичи, в обмен получает фрукты. А если собиратель мечтает о свежей рыбе? Тогда охотнику

придется идти к рыбаку, менять его улов на мясо, потом с рыбой в руках возвращаться к собирателю... В общем, не

Авторам опубликованных вопросов будут
высланы призы.

Письма в рубрику «Вопрос–ответ» присылайте по адресу: 119021 Москва, Олсуфьевский пер., д. 8, стр. 6, журнал «Юный эрудит», пометка на конверте: «Вопрос – ответ».

Или по электронной почте: info@egmont.ru (в теме письма укажите: юный эрудит)

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

685 лет назад (1325)

Москва стала церковным центром Руси – митрополит Петр перенес сюда свою резиденцию, которая до этого находилась во Владимире. Чем же заслужила Москва, столица небольшого

удельного княжества, такую честь? Прежде всего – своим расположением: вокруг Москвы стояли непроходимые леса, что делало этот город относительно безопасным. Переезд митрополита, а также то, что Золотая Орда поручила тогдашнему князю Москвы Ивану Калите собирать дань с других русских городов для ее отправки в Орду, способствовало быстрому возвышению Москвы.



55 лет назад (1955) небольшая японская фирма начала собирать карманные радиоприемники. В те годы таких приемников не было, а модели, считавшиеся «маленькими», походили на ящик с ручкой. Поэтому японская новинка пользовалась бешеным спросом у покупателей. В результате заштатная фирма, сделавшая этот приемник, быстро выбилась в лидеры, и сегодня ее название – «Сони» – знает каждый. ●

13 МАРТА 1930 ГОДА НАЙДЕН ПЛУТОН

Находка этой карликовой планеты – типичный случай того, что называют «открытием на кончике пера». Почти два столетия назад астрономы, наблюдая за особенностями орбиты планеты Уран, пришли к выводу, что на траекторию движения этой планеты влияет какое-то не известное крупное небесное тело. С помощью расчетов, ученые вычислили место на небосводе, в котором следовало начать поиски, и действительно, направив туда телескопы, они обнаружили планету, названную Нептуном. Однако, впоследствии более точные подсчеты показали, что делу не только в Нептуне: где-то по соседству должна находиться еще какая-то планета. Поиски этой «Планеты Икс» продолжались около 40 лет, до тех пор, пока двадцатитрехлетний астроном Клайд Томбо не заметил на фотографиях звездного неба крохотную планету, которую впоследствии назвали Плутоном. До 2006 года Плутон считали девятой планетой Солнечной системы, но сейчас большинство астрономов причисляют его к астероидам. Диаметр Плутона в 1,4 раза меньше, чем у Луны, а масса меньше в 5 раз.



45 лет назад (1965) человек впервые вышел в открытый космос. Это был советский космонавт Алексей Леонов, отправившийся в полет вместе со своим напарником, Павлом Беляевым, на космическом корабле «Восход-2». В открытом космосе Леонов пробыл около 12 минут и кое-кто, посмотревшись фантастических фильмов, может спросить: «Что же тут такого?» Но жизнь – это не кино, и с космосом не шутят. Когда Леонов находился вне корабля, его скафандр внезапно раздулся, и назад отважный космонавт вернулся с большим трудом: лишь стравив часть воздуха из скафандра, ему буквально чудом удалось протиснуться в узкий вход шлюзовой камеры корабля. Страшно представить себя на его месте... ●



16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**22 МАРТА 1675 ГОДА
ОСНОВАНИЕ ГРИНВИЧСКОЙ
ОБСЕРВАТОРИИ**

Обсерватория была основана английским королем Карлом Вторым в предместье Лондона. Меридиан, проходивший через место расположения обсерватории, получил название «нулевого», сейчас от него ведется отсчет географической долготы и по нему сверяется время. Появление какой-то одной, единой для всех точки отсчета было необходимо прежде всего морякам: до этого они отсчитывали долготу от портов или от столиц своих государств, что вызывало огромную путаницу при чтении карт.



**25 МАРТА 1420 ГОДА
4 ТЫСЯЧИ КРЕСТЬЯН РАЗБИЛИ
30 ТЫСЯЧ КРЕСТОНОСЦЕВ**

В 1420 году тридцатитысячное войско немецких крестоносцев подходило к чешскому городу Прага, намереваясь захватить его. Но на пути рыцарей встал четырехтысячный отряд плохо вооруженных крестьян и их жен, который собрал Ян Жижка, бывший предводитель шайки разбойников. Жижка понимал, что одолеть крестоносцев можно только правильной тактикой. Он преградил дорогу рыцарям, расставив телеги и связав их цепями, а сам с частью своих людей пошел по дну пруда, из которого предварительно была спущена вода. По пути Жижка велел шедшим с ним женщинам снять с голов платки и утопить их в тине пруда. Крестоносцы бросились в погоню за беглецами, но их тяжело груженные кони не смогли преодолеть грязный пруд, и рыцарям пришлось спешиться. Ноги рыцарей тут же увязли в грязи, вдобавок их шпоры цеплялись за утопленные платки, так что разбить этих горе-завоевателей не составило труда. Ян Жижка, национальный герой Чехии, прославился во многих битвах, потерял в боях оба глаза и умер от чумы в 1424 году.



155 лет назад (1855) канадец Абрахам Генсер получил патент на разработанный им способ получения керосина. Эта горячая жидкость была известна людям гораздо раньше, чуть ли не с 9-го века, но потребность в ней возникла именно 150 лет назад, когда появились керосиновые лампы. По методу Генсера керосин вырабатывали из нефти, при этом в процессе производства получалось много бензина, который попросту сжигали: широкого спроса на него не было, и купить бензин можно было разве что в аптеках. Всё поменялось с появлением автомобилей и электрического освещения – о керосине стали забывать, как о продукте прошлого. Однако примерно с 1950 года потребность в керосине стала вновь расти, ведь он – идеальное топливо для современных самолетов.



ВЕЛИКИЙ СКАЧОК ОТ МАТЕРИ

Первым живым существом на Земле стала сложная смесь химических элементов, которая приобрела способность к самовоспроизведению...

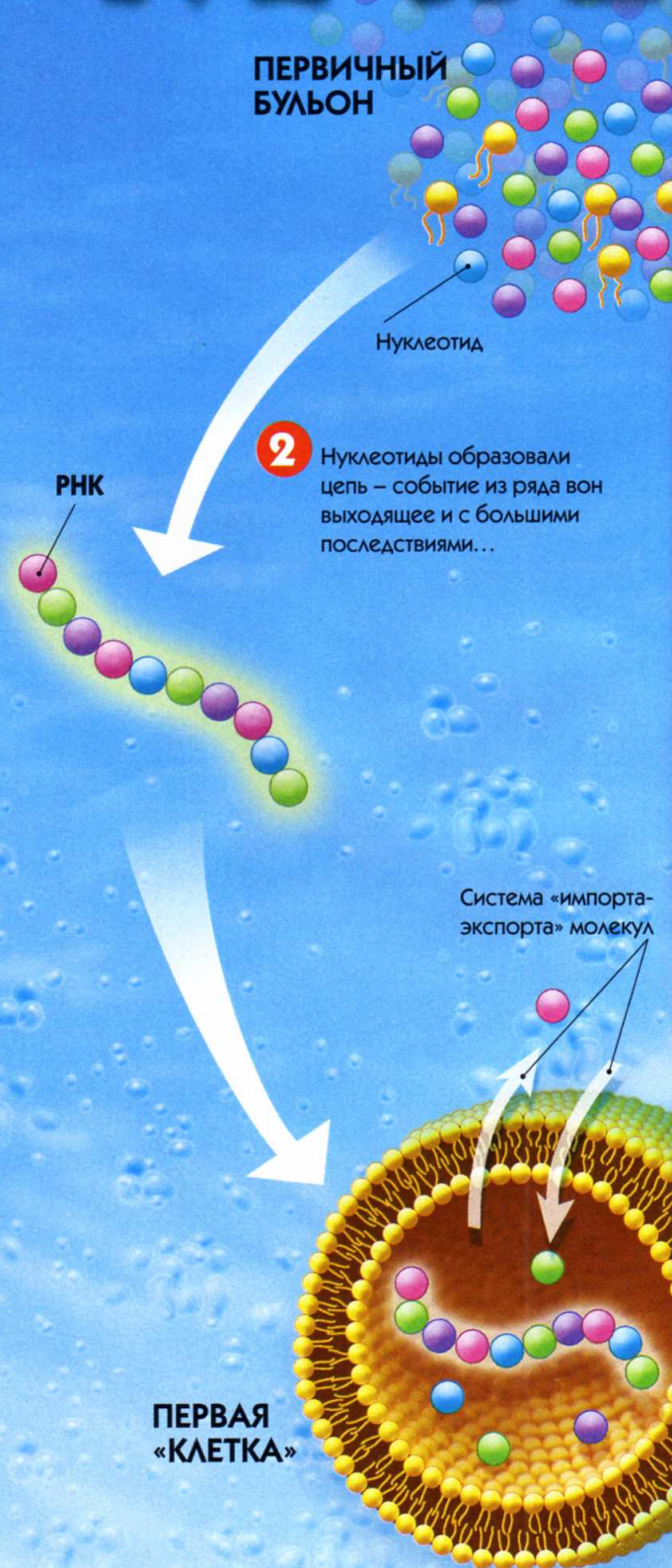
Ты знаешь, как из камня сделать живую кошку? Нет? Не огорчайся, не ты один. Даже ученые не в силах точно объяснить, как на Земле зародилась жизнь. А ведь около четырех миллиардов лет назад в океанских глубинах именно из камней, воды, газов и металлов и возникла жизнь! Этот фокус природы до сих пор так и не удалось повторить ни в одной лаборатории. И всё, что пока известно о нашем «предке», от которого не сохранилось ни малейшего следа, так это то, что он был всего-навсего микроскопическим химическим соединением. По сравнению с нынешними бактериями (самой распространенной формой жизни на Земле) прародители всего живого были столь же малы и примитивны, как, например, индейская пирога на фоне океанского лайнера. Что же позволяет ученым причислить то химическое соединение к разряду «живых существ»? Его специфические свойства. Ведь точно так же, как лайнер и пирогу мы можем отнести к «судам», по определенным признакам мы можем назвать «живыми» не только бактерию, но и некоторые химические соединения.

ЖИЗНЬ НАЧАЛАСЬ С МОЛЕКУЛЫ РНК

Первое из ключевых свойств любого живого существа – это способность воспроизводиться, то есть умение создавать собственные копии. По убеждению большинства ученых, такое чудо по силам осуществить большой молекуле РНК – рибонуклеиновой кислоте. Выглядит она как длинная цепочка, а составляющие ее «бусинки», нуклеотиды, представляют собой соединение трех простых химических компонентов: сахара, фосфатной группы и азотсодержащего основания.

Первичные бусинки – нуклеотиды – вполне могли сложиться естественным образом из находившихся на Земле химических элементов. Это доказали ученые из Манчестерского университета. Другое дело – формирование целой РНК. Вероятность стихийного складывания «бусинок» в длинную цепочку настолько ничтожно мала, что, по мнению некоторых специалистов, такое могло произойти лишь один-единственный раз за всю историю Вселенной.

Но после того как Земля получила этот счастливый



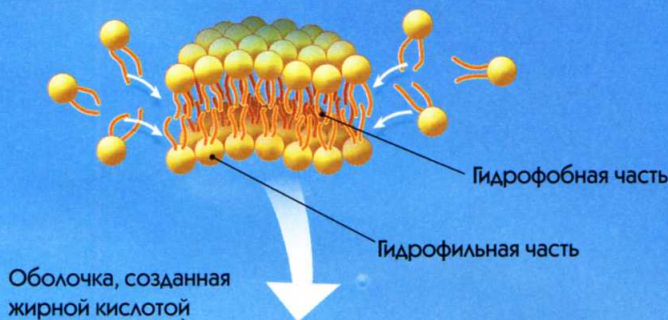
НЕЖИВОВОЙ РИИ К ЖИВОВОЙ

Жером
БЛАНШАР

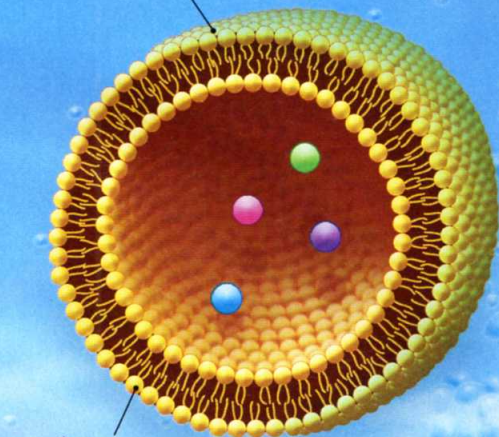
1 В первичном океане накапливались крошечные химические соединения. Зачастую их основой становились несколько атомов углерода. Эти «органические молекулы», наряду с нуклеотидами и жирными кислотами, и создали живую материю.

Жирная кислота

3 Жирные кислоты соединяются, чтобы уменьшить контакт гидрофобной части с водой.



Оболочка, созданная жирной кислотой



Мембрана

4 По случайности цепочка РНК оказалась внутри пленочной мембраны жирных кислот. Так путем сложения двух элементов появилась первая «клетка», способная к самовоспроизведению, то есть к созданию собственных копий. Между внутренней областью «клетки» и окружающим внешним пространством налаживается система обмена молекулами, способствующая размножению.

подарок судьбы, самое трудное осталось позади, ведь у ниточки РНК поистине удивительные возможности: она заставляет свободно плавающие в первичном бульоне нуклеотиды лепиться друг к другу, образуя новую цепочку – своего рода собственное негативное отражение (см. схему на следующей стр. слева внизу). Новоявленная «негативная» РНК, в свою очередь, начинает нанизывать находящиеся поблизости нуклеотиды, в результате получается «негатив негатива» то есть точная копия первой цепочки. Выходит, пока в окружающем РНК пространстве имеются не охваченные процессом нуклеотиды, она будет бесконечно множиться...

Скорее всего, именно так и стартовала история жизни на нашей планете: возник мир, населенный исключительно крошечными цепочками бусин РНК.

Эти невидимые глазу ниточки, конечно, сильно отличаются не только от вашего соседа по лестничной площадке, но даже от простейшего современного одноклеточного существа, и их никак нельзя назвать полноценной формой живой материи. Им еще не хватает второго ключевого свойства, которым наделены и микроб, и животное, и человек, – границ тела. Действительно, любое живое существо – это в первую очередь замкнутое пространство, отделенное от внешней среды либо кожей, либо мембраной, как у клетки. И внутри этого живого существа находится сложнейшим образом организованная материя. Не говоря уже о человеческом теле со всеми его конечностями, внутренними органами и костями скелета, даже элементарная бактерия есть не что иное, как маленький заводик, в котором происходят химические реакции, позволяющие бактерии перемещаться, ощущать окружающую среду и, конечно же, питаться. Все это возможно лишь в замкнутом пространстве, огороженном от внешнего хаотического движения молекул. Следует заметить, что появление в океане изолированных полостей – явление весьма распространенное. Они образуются спонтанно, стоит лишь в воде оказаться так называемым жирным кислотам. Молекулы этих кислот имеют интересное свойство: один конец молекулы гидрофильный (то есть любящий воду), а второй, наоборот, гидрофобный (то есть бежит от нее как от чумы). Вот и получается, что при попадании таких

молекул в воду они соединяются, образуя вокруг гидрофобной части мешкообразную мембрану – сухо и никакой тебе влаги!

«Вначале цепочки РНК не плавали в океане, а, по всей видимости, прикреплялись к минералам. Став относительно неподвижными, им было легче воспроизводить свои копии, – объясняет Андре Брак, специалист по молекулярной биофизике из научно-исследовательского центра Орлеана. – Отрываясь от поверхности минералов, некоторые из них, просто по воле случая, обволакивались жирными кислотами».

ИМПОРТ-ЭКСПОРТ НУКЛЕОТИДОВ

Молекула РНК получила защиту в виде пленочной мембраны, но чтобы создавать новые цепочки, нужно было отыскать способ запастись нуклеотидами. Цикл внутренних химических реакций начался именно тогда, когда мембрана превратилась в миниатюрное транспортное агентство по импорту нуклеотидов, которые проходили сквозь мембрану, давая возможность РНК запустить процесс самовоспроизведения. А когда химическое произ-

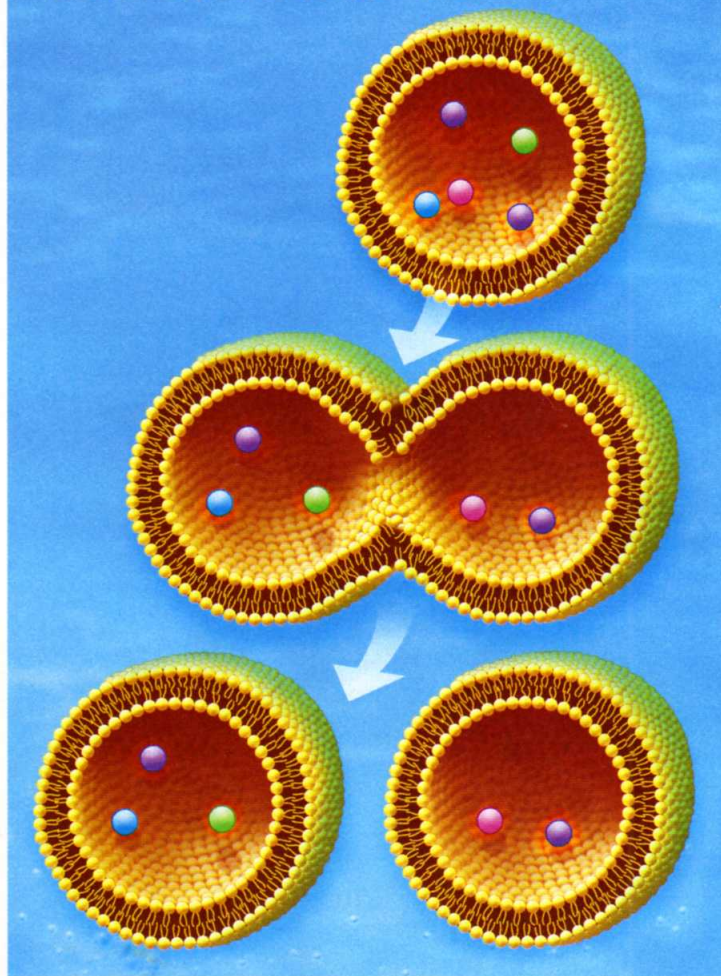
РНК СОЗДАЕТ СВОЮ КОПИЮ

Притягивая к себе нуклеотиды (на рисунках они изображены бусинками), цепочка РНК производит что-то вроде собственного негативного отображения. Зато третья цепочка будет точной копией первоначальной.



ДЕЛЕНИЕ ОБОЛОЧКИ

Оболочки жирных кислот деформируются при малейшем сотрясении. А могут и вовсе разделяться надвое, в этом случае образуются две оболочки жирных кислот.



водство постепенно наладилось, к импорту добавился экспорт: теперь сквозь мембрану не только поступали нужные молекулы, но и выбрасывались ненужные.

Подобная совокупность приема и отдачи называется метаболизмом. Метаболизм контролирует обмен с внешним миром, и является третьим важнейшим свойством, отличающим живой мир от неживого.

«Возможно, процесс обеспечивался мини-протеинами», – уточняет Андре Брак. Что же, вполне логично, так как протеины и в наши дни – «рабочие лошадки» живой материи. Недаром они составляют значительную часть нашего организма.

Итак, чтобы первое живое существо появилось на свет и стало развиваться, понадобилось, по всей видимости, взаимодействие трех различных химических структур: РНК, протеинов и мембран из жирных кислот. Что ж, с «механикой» мы разобрались. Осталось узнать, откуда все эти ценные химические вещества появились на Земле.

**НАЧАЛО ЖИЗНИ: МИР,
ЗАПОЛНЕННЫЙ
ПУЗЫРЯМИ ЖИРНЫХ
КИСЛОТ...**

ЖИЗНЬ ЗАРОДИЛАСЬ В АДУ

Джером БЛАНШАР

ВОЗДУХ Сырье – CO₂

Первоначальная атмосфера Земли была совсем иной, так как в газовых выбросах сверхактивных вулканов молодой планеты содержалось огромное количество углекислого газа (CO₂), в 10 000, а то и в 100 000 раз больше, чем в настоящее время! В общем, углерода (С из CO₂) в атмосфере молодой Земли – хоть отбавляй, а ведь именно его атомы составляют основу «кирпичиков», из которых строятся органические вещества. Так что сама атмосфера могла служить своеобразным «кирпичным заводом», а необходимую для всякого производства энергию сполна обеспечивали вулканические извержения и постоянно бушевавшие грозы. В 1953 году американский ученый Стэнли Миллер, воссоздав в стеклянной шарообразной колбе примерные атмосферные условия древней Земли, доказал возможность самопроизвольного синтеза биологических молекул, получив в результате опыта аминокислоты, важнейшую составляющую белков. А, как всем известно, белки – базовый компонент живых клеток...

К сожалению, раз у нас нет под рукой образца подлинного воздуха той эпохи, гипотеза о «кирпичном заводе» не может считаться доказанной!

Очевидно одно: независимо от того, сформировались белки из углекислого газа или нет, этот газ сыграл решающую роль в процессе зарождения жизни. Дело в том, что углекислый газ создает парниковый эффект, удерживая в атмосфере тепло солнечных лучей, а значит, именно благодаря ему 4 миллиарда лет назад у нашей планеты сохранилась «нормальная температура».

Метеоритные дожди, насыщенная углеродом атмосфера, высокая температура воды первичного океана... – все условия совпали для того, чтобы примерно 4 миллиарда лет назад на Земле появились первые формы жизни. И хотя наша планета тех времен напоминает картины библейского ада, приглашаем в небольшую обзорную экскурсию.

ОКЕАН

Водяной щит

Жидкая вода возникла на поверхности Земли «из камней» – за счет химического высвобождения из состава горных пород, и «из космоса» – благодаря таянию занесенного кометами льда. На планете стали появляться небольшие моря, которые, по всей видимости, в конце концов слились в единый океан с вулканическими островами размером не более Исландии. Для купания вода была, прямо скажем, горячеватой – от +50 до +80° С. Однако уже одно ее присутствие создавало благоприятные условия для зарождения жизни.

Во-первых, вода – идеальная среда для протекания всех химических реакций; многие абсолютно инертные вещества начинают взаимодействовать друг с другом, стоит им оказаться в воде. А это прямой путь к образованию сложных молекул, прародительниц первых форм жизни.

Во-вторых, океан дает необходимую защиту. Мощное воздействие некоторых солнечных лучей, например, ультрафиолетовых, способно разрушить химические соединения живой материи. Нынешняя плотная атмосфера Земли блокирует значительную часть опасного излучения, что и спасает нас от неминуемой смерти. А в те стародавние времена такого воздушного зонтика еще не появилось, и потому единственное существовавшее тогда убежище – океан!



МЕТЕОРИТЫ

Источник химического разнообразия

В наши дни на Землю ежегодно падает около 10 тонн метеоритов. Сущие пустяки! 4 миллиарда лет назад бомбардировка шла в 100–1000 раз интенсивнее.

Представляете, можно сказать, целые горы камней обрушивались на планету. А некоторые из метеоритов обогатили наш мир невероятным разнообразием молекул на основе углерода – почему бы им не послужить материалом для создания первых форм жизни?

Вам не терпится узнать, откуда на нас свалились эти небесные дары? Всё это остатки газопылевого облака, из которого возникла Солнечная система. Еще долго после образования Солнца эти остатки в виде зерни-

стых метеоритов (их называют «хондритами») вращались вокруг нашего светила. То были настоящие передвижные лаборатории: под воздействием жестких космических лучей на них протекали бурные химические реакции. И те хондриты, что упали на древнюю Землю, без сомнения «снабдили» планету сложными углеродными соединениями, вполне подходящими для «Сотворения мира».

ПОДВОДНЫЕ КУРИЛЬЩИКИ

Идеальные «кухни» по приготовлению жизни

Где же произошло это самое важное в истории человечества событие – соединение все элементов, породивших жизнь? Такое место должно было удовлетворять трем условиям:

- во-первых, быть компактным, чтобы концентрация находившихся там химических веществ была достаточно высока и они могли легко «найти» друг друга;
- во-вторых, обладать источником энергии, который служил бы катализатором химических процессов;
- и, в-третьих, отличаться достаточным постоянством, ведь химическим соединениям необходимо было время для эволюционного развития, итогом которого и явилась первая живая клетка.

На Земле имеются места, на первый взгляд, весьма неожиданные, которые полностью удовлетворяют всем вышеперечисленным критериям, они-то и могли стать колыбелью жизни. Находятся они возле гидротермальных вулканических источников, расположенных под водой на глубине нескольких тысяч метров.

Поднимающиеся из океанского дна конусовидные черные трубы «дымятся» клубами горячей воды, обогащенной минералами из недр планеты. Среди множества минералов два – сернистые соединения железа и никеля – представляют для нас особый интерес, и не только из-за их способности активизировать химические реакции, но и потому, что, когда они находятся в твердом состоянии, их поверхность испещрена крошечными углублениями, очень удобными для проведения природой химических экспериментов. Здесь первая живая клетка могла преспокойно себе расти и развиваться.

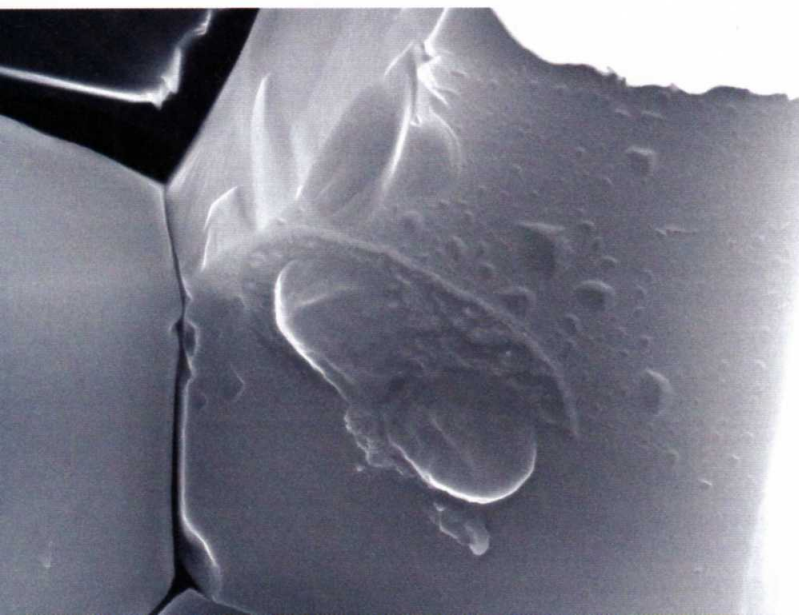
**На кого они были похожи?
В чем, казалось бы, проблема?
Найти этих ископаемых
да изучить!
Но это гораздо легче сказать,
чем сделать...**

Геологи уже десятки лет копаются в земле, пытаются отыскать общего предка всех живых и растительных форм на Земле. И безуспешно! Хотя где искать, прекрасно известно: возраст самых древних уголков нашей планеты как раз и датируется 3,5–4 миллиардами лет. Предположим, что следы все-таки остались, но возникает вопрос: как их увидеть? Искать-то надо не кости исполинских динозавров, а микроскопические одноклеточные бактерии диаметром менее 1/1000 мм. Вот и попробуй найди этих окаменевших малюток или, по крайней мере, то, что от них осталось (частичку мембраны, цепочку молекул, несколько атомов...), причем не где-нибудь, а в скалистых породах! Задача, я тебе доложу, не из простых! Иногда исследователю кажется: чудо свершилось, ему удалось напасть на след! Но тем грустнее потом сознавать, что след – ложный! Именно такая история приключилась с Минином Розингом из Копенгагенского университета. В 1999 году в Исуа, в Гренландии, он обнаружил глинистый участок земли, имевший возраст 3,7 миллиарда лет, причем не слишком пострадавший от всевозможных катаклизмов. Увы, никаких следов древних ископаемых отыскать не удалось! Однако, проанализировав состав породы, ученый пришел к

Возраст самых древних следов жизни, найденных на сегодняшний день, – 3,5 миллиарда лет. Вот портреты этих «старичков» – ископаемая бактерия (внизу) и слоистые образования (справа).

САМЫЕ ПЕРВЫЕ ЖИВЫЕ

ФОТО: ТАТЬЯНА БЕЛОУСОВА



выводу, что в ней содержится неестественно высокий процент изотопа* углерода ^{12}C . В природе атом углерода существует в различных формах, а его изотоп ^{12}C , самый легкий из всех, накапливается в организмах животных, растений и микроорганизмов. Таким образом, находка изотопа углерода 12 в породах Исуа, казалось бы, свидетельствовала о том, что здесь 3,7 миллиарда лет назад находились трупы каких-то живых су-

*Изотопы – разновидности атомов химического элемента с различным содержанием нейтронов в ядре.

ВЫЕ Е СУЩЕСТВА

Карин
ПЕРЬЕР



Шарк-бей (Акулова бухта) в Австралии. Бактерии, построившие эти странные скалы, относятся к самым древним формам жизни.

ществ и, следовательно, перед нами – остатки древнейшей формы живой материи из всех когда-либо попадавших в руки ученых. Но вскоре выяснилось, что у фантастической находки есть вполне прозаическое объяснение. В 2003 году Фрэнсис Уэстолл, экзобиолог

из Орлеана, доказала, что примерно 8000 лет назад эти гренландские скалы были заражены бактериями, они-то и могли послужить причиной переизбытка изотопа ^{12}C . Жаль!

ТЕРМИНАЛ

Экзобиология изучает условия возникновения жизни на Земле и в космосе.

К счастью, на Земле имеются еще более многообразные участки для геологической разведки (см. иллюстрацию на следующей стр.), например, те, что находятся в австралийском горнопромышленном центре Пилбара; в 2000 г. уже сама Фрэнсис Уэстолл обнаружила там остатки бактериологической фауны: оболочки, палочки, жгутики и с углеродом, насыщенным ^{12}C – знак живой жизни!

Отыскались и другие вещества, характерные лишь для живых существ, – сложные сахараиды, или полисахариды. Речь, возможно, идет об органической слизи, в которой в древности размножились микроорганизмы.



Настоящая питательная среда, полная ископаемых бактерий, – мечта любого биолога!

В 2006 году в том же месте исследовательница из Сиднейского университета Абигейл Олвуд изучала тысячи образцов слоистых скальных пород, которые, как выяснилось в 1993 году, имеют биологическое происхождение. Анализ под микроскопом действительно подтверждает, что мы имеем дело с постройками, созданными колониями бактерий. Такие сооружения называют строматолитами, и они как две капли воды похожи на те, что воздвигают нынешние бактерии, например, в заливе Шарк-бей на австралийском побережье.

А значит, долой последние сомнения: 3,5 миллиарда лет назад жизнь уже оставила свои следы на Земле. И была она достаточно разнообразной и довольно далеко продвинувшейся по пути эволюции. Ее формы слишком сложны, чтобы можно было говорить о первых живых существах, появившихся на нашей планете. Следовательно, наша история отодвигается еще дальше в глубь веков, и жизнь зародилась значительно раньше – 3,8, а то и 4 миллиарда лет назад, – приходит к выводу Фрэнсис Уэстолл. Однако

ряд ли следы архаических форм жизни будут когда-нибудь найдены. Если не считать Исуа, Пилбара и Барбетон в Южной Африке, где также были обнаружены следы ископаемой микробной жизни, все остальные геологические разработки не обещают сенсационных находок: время слишком потрепало древние породы, какие уж там следы прошлой жизни!

Впрочем, остается еще одна возможность. «Почему бы их не найти на Марсе, – мечтает Фрэнсис Уэстолл.

Почему же так мало осталось на Земле мест, сохранивших память о зарождении жизни? Начнем с того, что большинство скальных пород, возникших вскоре после появления Земли, которые могли бы запечатлеть следы ископаемых форм первоначальной жизни, погрузились в раскаленную мантию под земной корой. Сегодня можно насчитать лишь несколько десятков осколков древней суши в возрасте от 3,5 до 4 миллиардов лет, удержавшихся на поверхности. И время их изрядно потрепало, похоронив под многокилометровым слоем осадочных пород, накрытых водой или льдами. Возвращение этих древних участков земли на поверхность явилось следствием процессов горообразования. Но для биологов они уже пропащий материал: высокое давление и запредельные температуры наверняка уничтожили все следы ископаемых микроорганизмов.

В конце концов необходимые условия для возникновения жизни существовали там еще до того, как они появились у нас». Тем более что марсианские континенты движутся значительно медленнее. А потому есть неплохие шансы найти древние породы и ископаемых существ в хорошем состоянии!

Впрочем, если жизнь и зародилась на Красной планете, то длилась она там недолго, – считает Фрэнсис, – до завершения первого миллиарда лет, когда почва Марса окончательно промерзла. Нам повезло, ведь именно этот период времени мы и хотим изучить. Так что пора собираться в дорогу и лететь на Марс!

**ЗЕМЛЯ ПИЛБАРА,
В АВСТРАЛИИ, ХРАНИТ
НЕМАЛО ИСКОПАЕМЫХ
КУЛЬТУР.**

РОЖДЕНИЕ ВИНТОВКИ

Михаил КАЛИШЕВСКИЙ

В ХВОСТЕ ПРОГРЕССА

19 век – век невиданного научно-технического прогресса человечества, был очень щедр на новые идеи. Изобретение следовало за изобретением, началась эпоха новых скоростей, предоставленных в распоряжение человека силой пара, появлялось множество умных машин, позволявших ставить перед собой немыслимые ранее цели. А огнестрельное оружие оставалось примерно таким же, что и за 200 лет до этого.

Безусловно, кремневое ружье гораздо лучше фитильного аркебуза. Но требованиям нового времени оно уже явно не отвечало, и становилось всё очевиднее, что заслуженной «фузее» давно пора в музей.

Уж больно несовершенное и ненадежное это оружие. В дождь и туман, как правило, не стреляет – из-за сырого пороха. При ветре опять осечка – искры относит в сторону, и затравка не вспыхивает. Да и в хорошую погоду на каждые два выстрела приходилось по осечке.

Наконец, комфортно чувствовать себя при стрельбе из «кремневки» можно было только тогда, когда

никуда не спешишь, ведь на процесс заряжания уходило не меньше минуты: взять бумажный патрон, «скусить» его перевязанную веревочкой нижнюю часть, где насыпан порох, высыпать порох в ствол, обернутую бумагой пулю из верхней части патрона загнать шомполом в ствол, насыпать затравку на полку, взвести курок и только потом стрелять. В суматохе боя довольно трудно заниматься всеми этими манипуляциями, того и гляди голову снесут. Вот и приходилось уповать больше на штык, чем на выстрел. В 18-м – первой половине 19-го века солдат успевал за сражение сделать не более 30 выстрелов, и это еще считалось много!

Несовершенство оружия породило определенную манеру ведения боя, при которой ружейная стрельба была явно второстепенной. До крайности подобное отношение было доведено в прусской армии Фридриха II. Немецкий историк Рюстов писал, что Фридрих заставлял стрелять свою пехоту не для того, чтобы нанести вред противнику, а для того, чтобы до момента штыкового удара чем-либо занять ее. Отсюда же в принципе и суворовское «Пуля – дура, штык – молодец», хотя это совсем не значит, что великий





сомкнутый строй ломался, бой становился более маневренным, всё менее похожим на бессмысленные «фигурации» на плац-параде. Но и тем более высокие требования время предъявляло к стрелковому оружию, и тем очевиднее становилось, что «кремневка» отжила свое.

«ГРЕМУЧКА» И КАПСЮЛЬ

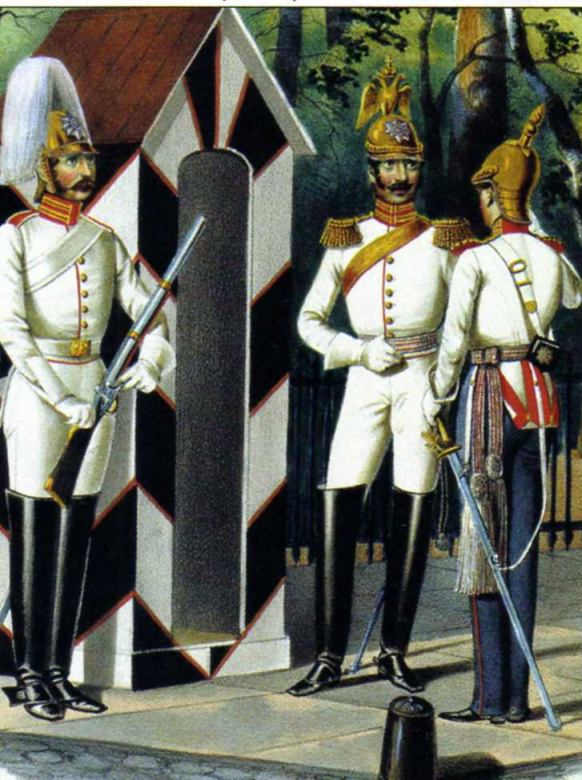
Решение было найдено вполне в духе времени – помогла наука. Еще в 1788 году француз

Клод Луи Бертолле получил знаменитую бертолетову соль, взрывчатое вещество страшной силы. Из-за чрезвычайной чувствительности к любым внешним воздействиям ни для пиротехники, ни для огнестрельного оружия оно не годилось. И вот через 11 лет, в 1799 году, английский химик Эдвард Хоуард с помощью азотной кислоты и ртути получил еще одно вещество, которое было названо гремучей ртутью. Возникла идея использовать ее вместо пороха, но это вещество тоже оказалось слишком мощным – оно разрывало не только ружейные, но и пушечные стволы. Однако шотландцу Александру Форсайту пришла в голову мысль заменить гремучей ртутью кремень, превратив ее одновременно и в ружейный воспламенитель, и в детонатор. Форсайт проделал множество опытов, смешивая гремучую ртуть с серой, углем, поташом, бертолетовой



русский полководец относился к стрельбе столь же пренебрежительно, что и Фридрих II.

Скорее, наоборот, именно Суворов, а также генерал-фельдмаршал Петр Румянцев сделали очень много, чтобы ружейный огонь перестал носить характер парадной экзерциции и солдат научился стрелять с умом и очень метко. Именно в русской армии тех времен зародилась и совершенствовалась тактика рассыпного строя, которую умело применяли искусные стрелки из созданного в 1765 году егерского корпуса. Множество новаций, основанных на использовании прицельного огня, было привнесено в военную науку наполеоновской армией, в частности, частями вольтижеров – элитной французской пехоты, отличавшейся стрелковым мастерством. Под влиянием этих новаций менялся характер боевых действий, классический

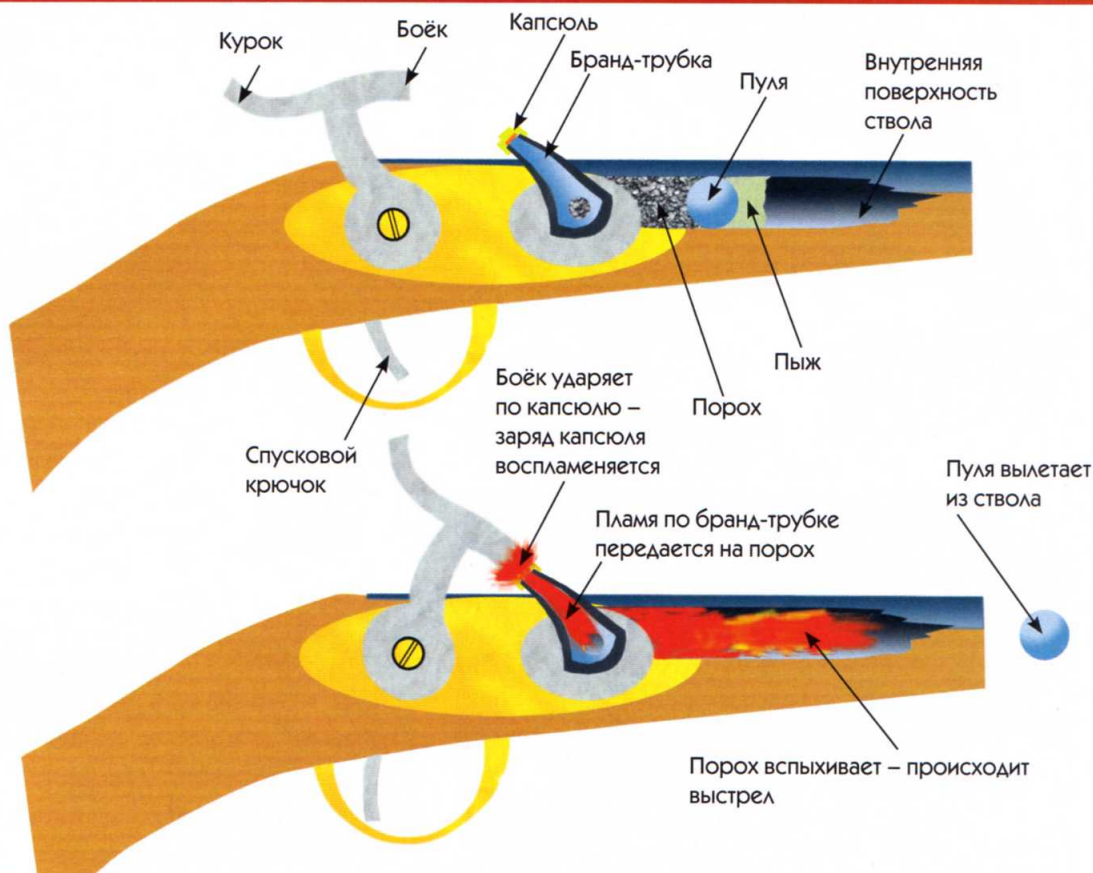


солью и порохом. Наконец, в 1807 году опыты увенчались успехом, и Форсайт запатентовал свой ударный состав. Шарик такого состава клали на полку ружья. От удара курка он взрывался и поджигал порох. Впоследствии шарик заменили на бумажную «ударную лепешку», похожую на пистон для игрушечного ружья. Но шарики и лепешки боялись сырости, их сдувало ветром. И вот в 1818 году был изобретен медный капсюль – небольшой колпачок, на самом дне которого помещался ударный состав. Вместо кремня и кресала в новом ударно-капсюльном замке появился ввинченный сбоку в ствол шпенок-трубочка, на которую надевался капсюль. Курок бил по капсюлю, проис-

ходил взрыв, воспламенение заряда и выстрел. Новому ружью не страшны были ни ветер, ни дождь. Осечки стали редкими.

«ПУЛЯ МИНЬЕ»

Еще в конце средних веков оружейники узнали, что если нанести внутри ствола спиральные нарезы, пуля будет вращаться в нем, как винт в гайке, сохранит это вращение после вылета из ствола и улетит гораздо дальше, чем пуля из гладкоствольного мушкета.



В Артиллерийском музее Санкт-Петербурга хранится бронзовая пицаль русской работы 1615 года с десятью винтовыми нарезами, а известные западноевропейские ружья с винтовой нарезкой появились в 1630 году.

Ружья с нарезкой называли винтовальными пицальями, карабинами, штуцерами и просто винтовками. Однако несмотря на гораздо большую дальность и

точность боя нарезных ружей, европейские армии еще очень долго предпочитали им гладкоствольные мушкеты. Нарезным оружием вооружали лишь отдельные части (карабинеров) или даже лишь отдельные категории военнослужащих – например, в русской армии при Петре I только унтер-офицеров. Дело в том, что при всех своих преимуществах тогдашнее шомпольное нарезное оружие обладало

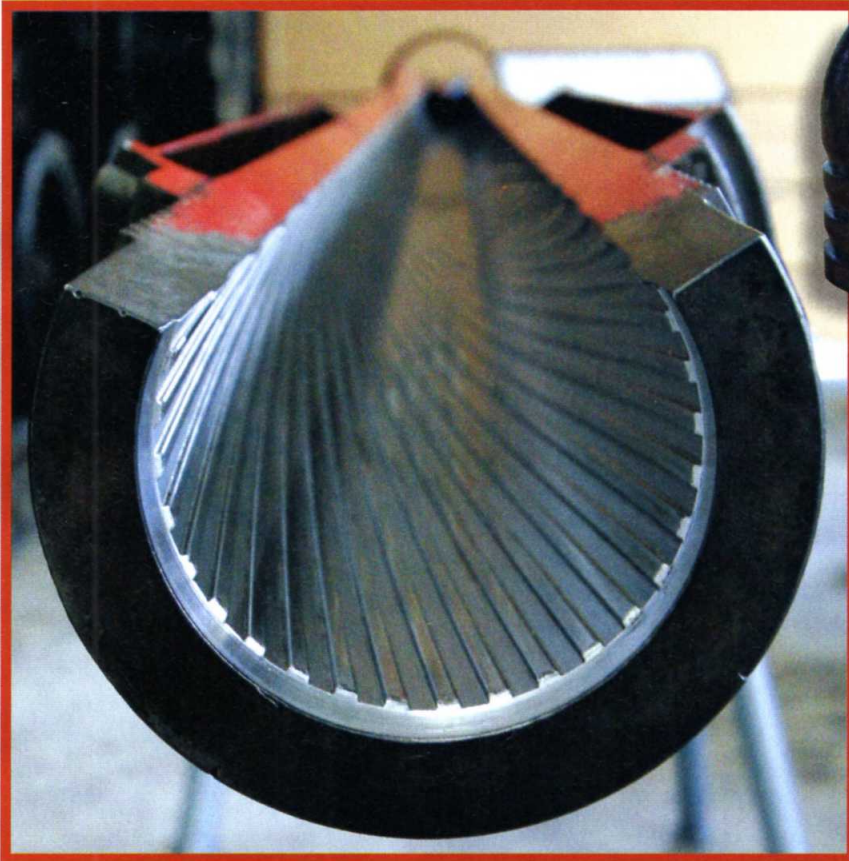
весьма существенными недостатками. Во-первых, высверлить в мастерских того времени хороший нарезной ствол было непросто, и стоил он дорого. Во-вторых, после 10–15 выстрелов нарезы забивались свинцом и копотью, качество стрельбы резко падало, оружие надо было чистить, но ствол-то с одной стороны закрыт, и что в нем – не видно! И, наконец, в-третьих – заряжать шомпольный штуцер было еще муторнее, чем гладкоствольный мушкет – пулю загоняли в ствол, ударяя по шомполу дубовой колотушкой. Пока карабинер дубасил колотушкой, мушкетер успевал сделать 5–6 выстрелов.

Но уж больно соблазнительные перспективы открывали большая дальность стрельбы и высокая точность нарезного оружия! Однако лишь к середине 19-го

века оружейники придумали так называемую «расширительную» пулю, которая в ствол входила свободно, а вылетала из него, туго вкру-

Расколотый барабан револьвера. Хорошо видны ячейки-камеры, в которые помещались порох и пули.

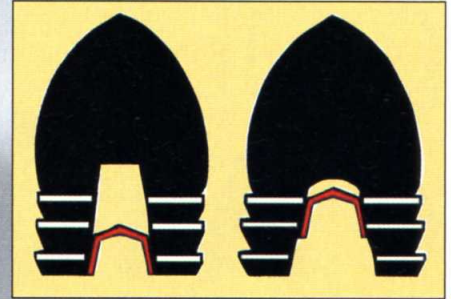




Разрез ствола пушки современного танка – видны нарезы.

чиваясь в нарезы. Она была меньшего диаметра, чем дуло, и свободно доходила до краев более узкой пороховой камеры или до стержня, укрепленного на дне ствола. Несколько ударов шомполом заставляли пулю расширяться и заполнить нарезы.

В 1848 году французский капитан Клод Минье запатентовал еще более совершенную пулю, названную его именем. Удары шомполом капитан заменил ударом пороховых газов. «Пуля Минье» имела продол-

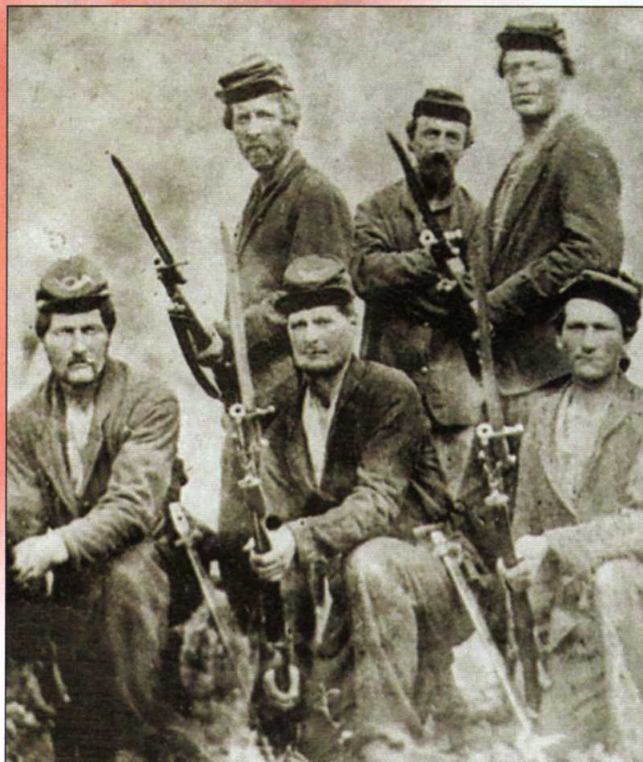


Пуля Минье. При выстреле пороховые газы толкали стальной колпачок внутрь – диаметр пули увеличивался, и она плотно прилегала к нарезам ствола.

говатую форму, с тремя кольцеобразными желобками. На доннышке – конусообразная выемка, в которой находилась железная чашечка. При выстреле удар газов загонял чашечку в мягкий свинец пули, та раздавалась вширь, плотно прижималась к нарезам и, вылетая из ствола, начинала вращаться.

Винтовка Минье заряжалась так же легко, как и гладкоствольный мушкет, но втрое превосходила его по силе боя. Во время Крымской войны очень плохо пришлось русской армии, не успевшей обзавестись

достаточным числом новых ружей. Пули, выпущенные из гладкостволок, которыми по-прежнему в основном были вооружены русские, летели только на 300 шагов. А в это время британцы и французы, вооруженные штуцерами с «пулями Минье», находились вне зоны досягаемости, поливая оттуда русских смертоносным огнем, – ведь их пули летели на целых 1000 шагов. Лишь к концу Крымской войны количество нарезных ружей у русских сильно выросло. Но вся русская армия была перевооружена винтовками только в 60-е годы позапрошлого века.



ОПЫТ С МОНЕТКОЙ

Робен ЖАМЭ

Фото Мари ФЛОРЕС

ДОЩЕЧКА, ГВОЗДИ С МОЛОТКОМ И МОНЕТКА – ВОТ И ВСЁ, ЧТО НУЖНО, ЧТОБЫ ДОКАЗАТЬ: ЕГО ВЕЛИЧЕСТВО СЛУЧАЙ НЕ ТАК УЖ СЛЕП!

Возьми дощечку или кусок оргалита и вбей гвозди в шахматном порядке, как показано на рисунках.

Правила нашего опыта проще некуда: берешь монетку и бросаешь ее сверху. Всякий раз, когда на ее пути оказывается гвоздь, она, естественно, падает – либо налево, либо направо, причем вероятность обоих событий абсолютно одинаковая: пятьдесят на пятьдесят. Но для чистоты эксперимента необходимо постараться, чтобы гвозди нижнего ряда находились

1

Делаем ложе для йога-факира? Нет! Изучаем теорию вероятностей...

Расположи гвозди в шахматном порядке.

2

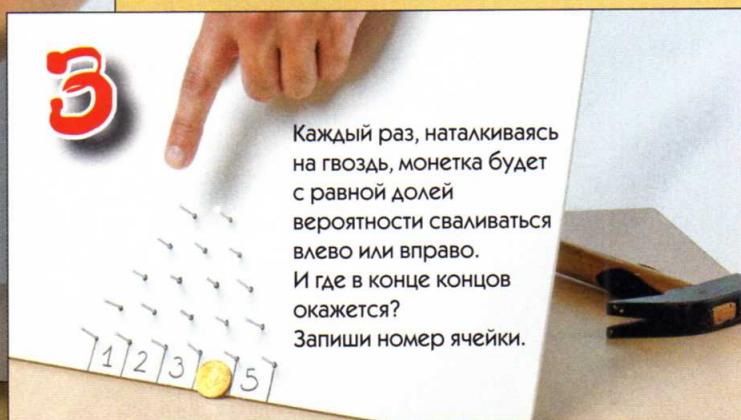
Брось монету в верхние ворота усеченной пирамиды.

ровно посередине между гвоздями верхнего ряда. Ну и, конечно, расстояние между каждой горизонтальной парой гвоздей должно быть достаточно широким – но и без больших зазоров, – чтобы мимо них могла проскочить монетка (1). Иначе говоря, прежде чем приступить к опыту, нужно немного потрудиться и всё хорошенько рассчитать.

Ну что, готово? Тогда начнем! Установи доску в наклонном положении, так, чтобы она не шаталась. И теперь бросай монетку! (2) Можно ли догадаться, в какой из пяти

3

Каждый раз, натакиваясь на гвоздь, монетка будет с равной долей вероятности сваливаться влево или вправо. И где в конце концов окажется? Запиши номер ячейки.



нижних ячеек она окажется (3)?
Разумеется, нет, ведь ее путь зависит от цепочки случайностей. А вот одинаков ли процент вероятности попадания в ту или иную из них – так сразу и не скажешь! Чтобы ответить на этот вопрос, нужно много раз повторить опыт. И тогда станет понятно: в центральную

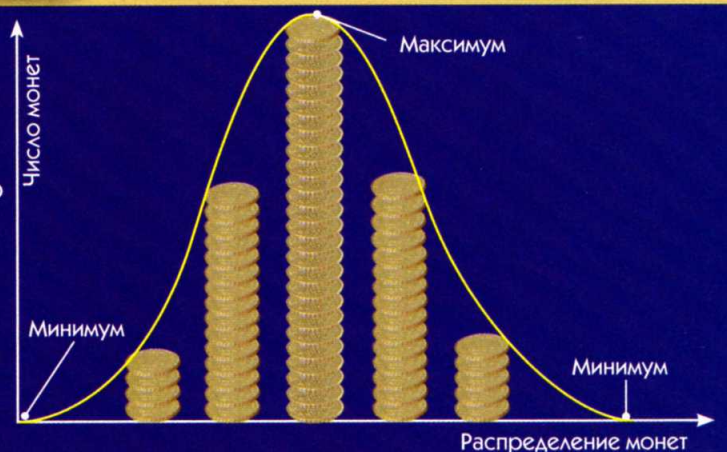


Повтори опыт несколько десятков раз. В одни нижние ячейки монетка попадает чаще, в другие – реже.

ячейку монеты падают значительно чаще (4). Почему? Посмотрим на движение монеты с линии старта. Сколько путей ведет к крайней левой ячейке? Всего лишь один: чтобы добраться до нее, монетка должна каждый раз, стукнувшись о гвоздь, свалиться влево. У соседней с ней ячейки под номером «2» шансов дожидаться гостя больше: монетка должна падать также влево, и один раз вправо, но... на любом этапе своего пути. Нетрудно заметить: чем ближе к центру, тем больше путей, туда ведущих, а значит, и выше вероятность того, что монетка прискачет именно туда. Такую вероятность легко подсчитать, но это уже другая история...

КРИВАЯ ГАУССА

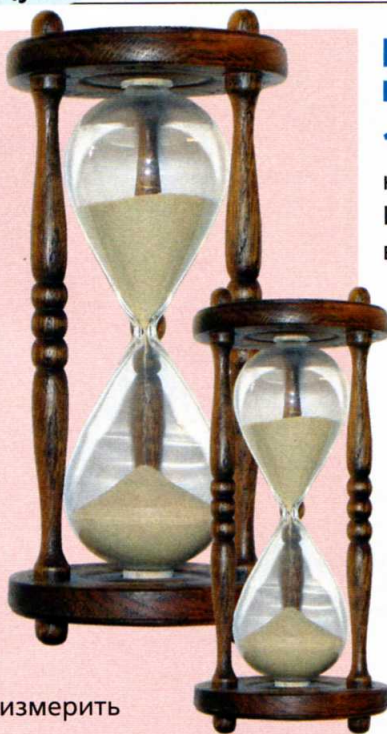
Если сделать из гвоздей многоэтажную пирамиду и бросать в нее сверху одну монетку за другой, то внизу доски скопятся неравноценные кучки монет. Сложив их аккуратными столбиками, мы увидим: по высоте они будут напоминать колокол, математики называют эту фигуру «кривой Гаусса». По такой кривой распределяются все случайные величины, например, так распределится рост жителей той или иной страны: чем сильнее рост человека отличается от среднестатистического, тем труднее ему встретить людей такого же роста.



Подумай как следует!

ЗАДАЧА 1. Чтобы правильно обжечь керамическое изделие, его нужно поместить в муфельную печь ровно на 10 минут. Но у мастера есть только песочные часы на 7 и 4 минуты. Сможет ли он, пользуясь этими часами, отмерить требуемое время?

ЗАДАЧА 2. На весах стоит закрытая банка, в которой летает муха. Изменится ли показание весов, если муха сядет на дно банки? (Разумеется, точность весов позволяет измерить вес мухи).



Решение задач, опубликованных в прошлом номере журнала.

1. Имеется 9 внешне одинаковых монет, одна из которых – фальшивая, и она легче, чем остальные. И есть рычажные весы. Как при помощи двух взвешиваний найти фальшивую монету?

– Кладем на каждую чашку весов по 3 монеты. Если весы в равновесии – искомая монета в кучке из оставшихся трех монет. А если какая-то кучка перевешивает, то фальшивая монета среди тех, что легче. Теперь кладем на каждую чашку весов по одной монете из кучки с фальшивой монетой. Если весы в равновесии – фальшивая осталась на столе, если – нет, фальшивая та, что легче.

2. В сосуд с водой поместили поплавок, который погрузился в воду до половины. Изменится ли положение поплавка, если этот сосуд перенести на Луну?
– Нет, не изменится. Ведь по закону Архимеда тело, погруженное в жидкость, теряет в весе столько же, сколько весит вытесненная им вода. А на Луне станет легче не только поплавок, но и вода, в которую он погружен.

Ответы на эти вопросы читай в следующем номере.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В ВОЕННОМ

Устрашающе быстрое и разящее оружие!
И никакие взрывчатые вещества не нужны!
Идея в духе Жюль Верна воплощается в жизнь!



**СНАРЯДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ПУШКИ ЛЕТАТ В 3 РАЗА
БЫСТРЕЕ И В 20 РАЗ ДАЛЬШЕ
СОВРЕМЕННЫХ СНАРЯДОВ
ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА.**

КАЯ ПУШКА: ОЙ ТЕХНИКЕ!

Пьер ГРУМБЕРГ



«Д аю вам ровно три минуты, чтобы попытаться меня убедить». Адмирал посмотрел на часы и принялся нетерпеливо крутить в пальцах авторучку. Его гости, два военных конструктора лет сорока в строгих темных костюмах и галстуках, переглянулись, заметно нервничая. Наконец один из них заговорил: «Речь идет о пушке. Какой еще никогда не было. Дальность стрельбы – 350 км, и уже через шесть минут после выстрела снаряд попадает точно в цель. Опытному адмиралу не составило труда быстро подсчитать: 350 км – это в 20 раз больше, чем радиус действия стандартного современного орудия морских сил. Впечатляет! И значит, можно не думать, что тебя запеленгуют радары противника... и не бояться ответного удара. Отлично! Конечно, точностью сегодня никого не удивишь (современные орудия «работают» с погрешностью лишь в несколько метров), но вот что интересно: чтобы преодолеть названное расстояние, обычному снаряду потребовалось бы в пять раз больше времени. Бог ты мой, да снаряд этой пушки летит в три раз быстрее сверхзвукового самолета! Ни одна армия в мире не располагает оружием с таким соотношением характеристик дальности, скорости и точности стрельбы...

«Продолжайте», – спокойно произнес адмирал, но засверкавшие глаза выдали его волнение.

«Самое замечательное то, что нашей пушке совершенно не требуется взрывчатых веществ, – вступил в разговор второй мужчина. – Ни для производства выстрела, ни для уничтожения цели».

– Не может такого быть, черт вас подери! – не выдержал адмирал.

– Может, сэр! Никаких взрывчатых веществ. И, следовательно, не нужно заполнять трюм взрывоопасными снарядами. А это большой плюс для военного корабля, не так ли?

Кому как не адмиралу это знать! 7 декабря 1941 года стало трагической страницей в истории американского флота. В тот день одной-единственной японской бомбы хватило, чтобы сдетонировали боезапасы носового погреба линкора «Аризона». В результате этот тридцатитысячетонный стальной корабль погрузился на дно бухты Пёрл-Харбор, унеся с собой жизни 1177 членов экипажа из примерно 1400, находившихся в то время на борту. А сколько еще судов пострадало таким же образом от неожиданного взрыва!

И сколько при этом погибло людей! Адмирал не знает точной статистики, зато прекрасно понимает: попасть в пороховой погреб (это словосочетание родилось еще во времена парусных кораблей) – самый верный способ уничтожить вражеское судно. И никакая броня не спасет. Пороховой погреб – это ахиллесова пята любого военного судна.

ДЕЙСТВУЮЩИЕ СИЛЫ

Небольшой эксперимент поможет понять принцип действия электрической пушки. Нужно присоединить к положительной и отрицательной клеммам электробатареи два оголенных провода, положить их параллельно друг другу, а сверху, на них, положить канцелярскую скрепку. Являясь хорошим проводником, скрепка устроит короткое замыкание, то есть по ней будет проходить ток от одного проводка к другому, что создаст на проводках противоположно заряженные магнитные поля. В результате проводники будут стремиться отодвинуться друг от друга. Однако если не дать им раздвинуться, магнитные поля, взаимодействуя с электрическим током, идущим по скрепке, создадут силу, именуемую силой Лоренца (по имени голландского физика, который описал ее в конце 19-го века). Эта сила будет толкать скрепку в сторону, противоположную направлению движения электрического тока. И если сила трения между проводами и скрепкой достаточно мала, скрепка заскользит по проводкам и затем отлетит в сторону.

То же самое у военных: заменив батарейку мощным генератором (1), скрепку – мостиком, или якорем (2) (из легкого металла, напр. алюминия) с размещенным сверху снарядом (3), а проводники – рельсами длиной в несколько метров (из хромированной меди или из специального сплава меди, называемого GlidCop), способными пропускать – не плавясь! – электрический ток величиной 2 миллиона ампер при напряжении в 10 000 вольт, мы получаем электромагнитную пушку с превосходными боевыми качествами.

Однако наш суровый адмирал не верит в сказки, а то, что он услышал, очень на них похоже! С тех пор, как в Китае изобрели порох, взрывчатые вещества безраздельно царствуют на полях сражений. Свистят пули, грохочут снаряды, взрываются бомбы... Даже суперсовременные снаряды с ядерной боеголовкой доставляются к цели при помощи все тех же пороховых зарядов. А эти два гражданских хлыща утверждают, будто без всего этого можно обойтись!

– И как же тогда летят снаряды, если не от пороха? На крыльях ваших фантазий, что ли? И с помощью чего они поражают цель? – с холодной иронией поинтересовался адмирал.

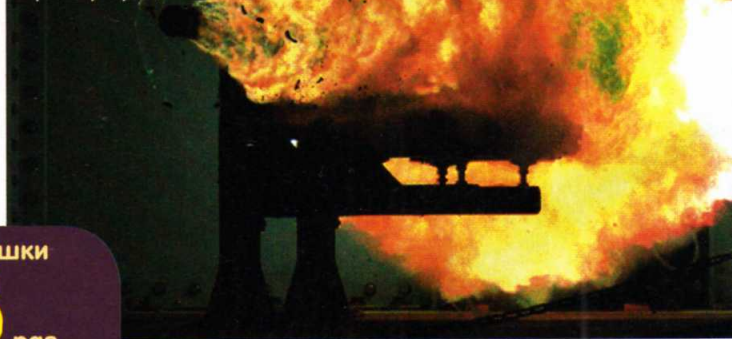
Мужчина, заговоривший с ним первым, похоже, ждал этого вопроса, поскольку ответил без малейшей задержки:

– С помощью электричества, сэр! Мы предлагаем вам электрическую пушку, хотя ее установка... гм... мда... вещь довольно специфическая. Да и для поражения целей снаряд этой пушки будет использовать не взрывчатку, а собственную кинетическую энергию. При такой скорости, в пять раз выше, чем у звука, стальная стрела весом в 20 кг разнесет в пух и прах любой бункер. Или что там еще...

Сила тока пушки
пушки **6**
примерно в **6** раз
больше, чем у самых
ярких молний.



Прототип электрической пушки в действии, научно-исследовательский центр американских военно-морских сил, 2008 год. (Сам снаряд виден в левой части фотографии)



– Ну, в конце концов, почему бы и нет... – уже более дружелюбно ворчит адмирал. – Еще один вопрос: когда можно будет испытать в действии вашу пушку? Учтите, через сто лет меня уже не будет на свете.

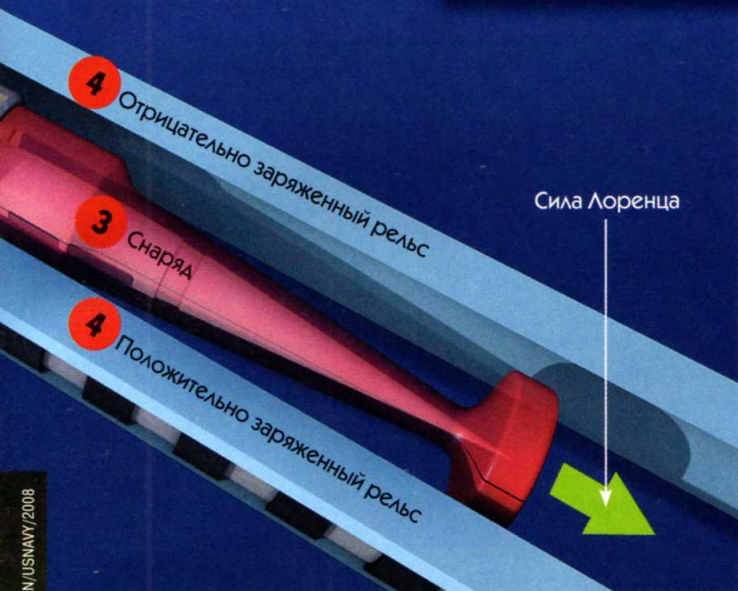
– К 2020 году, сэр, – широко улыбнувшись, ответил второй гость.

Разговор продолжился. Однако мы при нем не присутствовали, а потому вынуждены остановиться. Но в любом случае можно считать, что американская армия – первая, которая обзавелась электрической пушкой. Впрочем, «обзавелась» – это слишком громко сказано. Точнее –

УЗНАЙ БОЛЬШЕ!

Небольшое анимированное пояснение того, как работает электромагнитная пушка, можно увидеть на сайте <http://science.howstuffworks.com/rail-gun.htm> (на англ. яз).

Электрический ток, проходящий по якорю



пушку разрабатывают, и это новое чудо-оружие еще не совсем готово. Осталось продумать ряд деталей, а как гласит поговорка, «дьявол кроется в деталях». В целом же идея довольно проста, и всё работает великолепно, недаром теория занимается подобными вопросами уже более ста пятидесяти лет.

— Заслуга разработки базового принципа принадлежит Майклу Фарадею (1791–1867), — объясняет Гарри Фэр, директор Института передовых технологий из американского города Остин.

Фарадей заметил, что проходящий по проводнику ток создает вокруг себя электромагнитное поле. В этом и заключается суть действия электрической пушки. Два магнитных поля, созданных прохождением тока по параллельным рельсам, толкают вперед подвижный металлический мостик между ними (называемый «якорем»), на который устанавливается снаряд. В лаборатории ученые смогли разогнать снаряд до скорости, поражающей воображение — 25 000 км/ч, правда, весил тот снаряд всего несколько грамм (см. схему сверху).

В самой идее электромагнитной пушки в принципе нет

ничего нового: ее первые чертежи были разработаны французским инженером Луи Октавом Фошоном-Вильпле еще в 1918 году. Но чтобы сконструировать пушку, понадобилось время... Технологии тех лет еще не позволяли управлять колоссальными электрическими потоками, необходимыми для приведения в действие пушки, и неспроста: они примерно в шесть раз превышают силу тока самых ярких молний! Такое стало доступно лишь в самом конце 20-го века. А в наши дни — тем более. Рекорд скорости полета снаряда установлен 31 января 2008 года в США и равен 2520 м/с, или 9072 км/ч. Неплохо, да?

ИЗ ПУШКИ НА ЛУНУ?

Чтобы реально создать пушку, необходимо решить несколько конкретных проблем. Первая заключается в том, что обеспечивающий электрический контакт якорь движется по рельсам, а если что-то движется, обязательно возникает трение. А где трение, там и повышение температуры. В нашем случае якорь нагревается настолько, что металл начинает оплавляться, а это резко ухудшает контакт с рельсами. «Температура выделяемых при нагревании металла газов достигает 10 000°С, — объясняет Эмиль Шпан, немецкий физик, специалист по электрической пушке из франко-немецкого исследовательского института в Сен-Луи (департамент Верхний Рейн). — При таких температурах рельсы долго не протянут, их хватит разве что на несколько выстрелов. Но мы находимся на верном пути и рано или поздно обязательно что-нибудь придумаем». Сегодня команда немецких ученых работает над якорем из пластика, усиленного стеклянным волокном, с медным контактом для подвода электроэнергии. Да, по всей видимости, путь верный. Но ведь существует и вторая проблема: как питать пушку электричеством. Установить источник тока недостаточно, даже если этот источник будет размером с небольшой город. «Главная трудность заключается вовсе не в количестве энергии, ее как раз потребуется относительно немного: счет за электричество за один выстрел не превысит нескольких евро, — уточняет Эмиль Шпан. — Значительно сложнее добиться того, чтобы весь этот объем энергии сработывал в считанные миллисекун-

ды. Как хранить столь огромные мощности, порядка миллиарда ватт, да еще управлять ими?»

ФАНТАСТИКА: В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ДОСТИГНУТА СКОРОСТЬ 25 ТЫСЯЧ КМ/Ч!

Использовать аккумуляторные батареи невозможно: химический процесс освобождения электрических зарядов протекает в них слишком медленно. Поэтому в лаборатории используются конденсаторы, почти мгновенно высвобождающие свой заряд. Конечно, пока вся необходимая аппаратура довольно громоздка, и о создании сухопутной электрической пушки говорить рано: для передвижения такого орудия понадобился бы огромный

тягач с прицепом! Совсем другое дело – судно, где не надо скрупулезно экономить на энергии и на метрах. Вот почему конструкторы и обратились в первую очередь к руководству военно-морских сил... А потом, глядишь, появятся мощные сверхпроводники, что позволит сократить размеры конденсаторов до сотой части их нынешнего объема, – надеется Эмиль Шпан. И тогда электрической пушкой можно будет оборудовать любой вид военной техники.

Ничего удивительного, что военные обрадовались возможности получить в свои руки такое грозное оружие. Работа над ним ведется в режиме строгой секретности и очень активно, причем не только в Соединенных Штатах, но и в Восточной Европе, и в Китае. Заметим: помимо военных, идеями заинтересовались специалисты ракетно-космической области. Для проверки корпусов космических аппаратов им необходимо устройство, воспроизводящее удары микрометеоритов; эти крошечные межзвездные «пули», летящие со скоростью 10–15 км/с, представляют серьезную угрозу для обшивки спутников и космических станций. На Земле таких скоростей пока не существует, а с помощью электрической пушки их вполне можно будет воспроизвести. И кроме того – почему бы и не помечтать! – пушка может послужить для запуска в космос небольших, весом в несколько килограммов, спутников, причем, что немаловажно, это обойдется в 300–1000 раз дешевле, чем использование обычных ракет. «Чтобы преодолеть земное притяжение, необходимо достичь скорости 7–8 км в секунду (25 000–29 000 км/ч). Однако трение воздуха способно в буквально смысле сжечь спутник, – поясняет Эмиль Шпан. – Поэтому потребуются компромиссное решение: скажем, пушка запускает снаряд со скоростью 2 км/с, вполне достаточной, чтобы тот преодолел плотные слои атмосферы, а затем «эстафетная палочка» передается ракетному двигателю, чтобы тот уже

ТЕРМИНАЛ

Кинетической энергией обладает любой движущийся объект. Она вычисляется с помощью простой формулы: $E_c = 1/2 m v^2$. То есть: кинетическая энергия **E_c** равна половине массы (**m**) объекта, умноженной на квадрат скорости. Обратите внимание на слова «квадрат скорости»: они объясняют, почему энергия, образуемая при столкновении на скорости 100 км/ч, не в два, а в четыре раза больше, чем на скорости 50 км/ч.



* Баллистическая траектория: траектория снаряда, имеющего определенную начальную скорость и движущегося под действием только силы тяжести.

СКОРОСТЬ И ТОЧНОСТЬ

Невероятная скорость: в классическом артиллерийском орудии снаряд выталкивается под давлением газов, образуемых при взрыве порохового заряда. Эти газы не способны придать снаряду скорость более 2 км/с (7200 км/ч). Электромагнитная пушка не ведает подобных ограничений. В лабораторных условиях была сразу же достигнута отметка в 7 км/с (25 200 км/ч), правда, для объектов весом всего лишь в несколько граммов. Если не претендовать на подобные подвиги, даже значительно меньшей скорости – 3 км/с (10 800 км/ч) вполне достаточно, чтобы отправить снаряд весом в несколько килограммов на сотни километров. Точность стрельбы. Что касается точности, то она достигается с помощью спутниковой системы навигации (GPS), установленной в полости снаряда. С ее помощью ведется управление небольшого размера стабилизаторами, расположенными в задней части снаряда, и тем самым вносятся коррективы в траекторию его полета при приближении к цели.

довел спутник до нужной скорости. А можно еще установить электрическую пушку на самолет».

Пушка для покорения космоса – вам это ничего не напоминает? Ну да, конечно! Роман Жюль Верна «Из пушки на Луну!» Долгое время считалось, что Жюль Верн ошибся, не сумев предугадать появления ракет. А вот, оказывается, и нет! Он просто как всегда опередил свое время. Ему лишь не хватило волшебной палочки феи по имени Электричество.

ВОКРУГ СВЕТА ПО СПИРАЛИ

Борис ЖУКОВ

Летняя ночь, горящая лампа. В окно бьется ночная бабочка. Если ей удастся попасть внутрь, она полетит к лампе – но не прямо, а по причудливо закрученной траектории, раз за разом описывая вокруг источника света почти замкнутые круги. Иногда она резко сворачивает в сторону – но и новое направление полета опять закручивается в спираль, словно какая-то таинственная сила неуклонно тянет насекомое к лампе. Вскоре рядом с первой бабочкой так же неумоимо кружит вторая, к ним присоединяется грузный жук. Всё новые и новые насекомые – ручейники и поденки, лесные клопы и златоглазки, мелкие комарики и тяжелые, редко поднимающиеся в воздух медведки – вступают в этот странный круговой танец. Некоторые из них ненадолго садятся на стены или окружающие предметы, но затем вновь взлетают, чтобы нарезать бесконечные круги. Вернуть им свободу может только выключение лампы или восход солнца.

Каждый из нас неоднократно наблюдал эту картину. Странная склонность насекомых лететь на свет известна людям, наверное, с тех пор, как огонь стал постоянным спутником человека. Во всяком случае, упомина-

ния о ней встречаются в очень древних сочинениях: так, например, одно из стихотворений знаменитого древнегреческого поэта и драматурга Эсхила, творившего в 5-м веке до нашей эры, называется «Гибель бабочки в пламени». Явление это было настолько привычным и общеизвестным, что даже самые любознательные ученые долгое время не задавались вопросом: а почему, собственно, насекомые летят на свет?

Первые попытки ответить на этот вопрос появились лишь немногим более ста лет назад. Одно из предлагаемых объяснений было таким: свет возбуждает насекомых, заставляет их активно двигаться – и это движение в конце концов приводит их к источнику света. Но будь это так, насекомые, двигаясь на свету и замирая в темноте, неизбежно накапливались бы не возле лампы, а в самых темных углах.

Другая гипотеза рассматривала стремление к свету как частный случай «реакции бегства»: известно, что любое неожиданное внешнее воздействие – сотрясение, дым, изменение освещенности и т. д. – заставляет многих насекомых немедленно спастись бегством. Трудно, однако, поверить, что насекомое бросится не прочь от напугавшего его света, а к





нему. К тому же было известно, что шестиногие, занятые каким-нибудь важным делом, – например, кормящиеся на цветке бабочки – не обращают внимания на свет, хотя, скажем, щелчок по стеблю цветка заставит их немедленно взлететь.

Ряд ученых предположили, что для насекомых свет – атрибут неба или вообще свободного и открытого пространства. Если насекомое выбралось из укрытия и ничто (ни запах пищи, ни сигналы соплеменников) не влечет его в какую-то определенную сторону, оно скорее всего полетит именно туда, где нет помех для полета.

Эта остроумная идея, возможно, справедлива для некоторых случаев: слепень, случайно попав в комнату или в салон машины, чаще всего сразу же летит к окну. Но он летит прямо, не описывая никаких кругов.

Замысловатую же траекторию полета насекомых вокруг лампы теория «свободного пространства» никак не объясняет. Как и то, почему ночные насекомые, притягиваемые лампой, днем прячутся в темных укрытиях, не испытывая ни малейшего «стремления к свету».

А в самом деле – почему обычай насекомых лететь на свет не распространяется на естественные «светильники»? Чем свет солнца или луны отличается от света лампы?

Ответ на второй вопрос можно найти в любом учебнике по оптике или астрономии: поскольку небесные светила удалены от нас на огромные расстояния, испускаемые ими лучи практически параллельны друг другу. Это позволяет использовать их для навигации в темноте: чтобы лететь по прямой, достаточно выдерживать определенный угол между направлением полета и светилом.

А если заменить небесное тело лампой? Ее лучи не параллельны друг другу, они расходятся во все стороны. Линию, пересекающую такие лучи под одним и тем же углом, описал еще великий математик и философ 17-го века Рене Декарт: это так называемая логарифмическая или изогональная спираль (ее второе название как раз и означает «равноугольная»). Если угол, под которым она пересекает лучи, меньше прямого, спираль будет стягиваться к источнику лучей, если больше – расходиться от него.

Теперь всё встало на свои места. Когда

насекомые осваивали искусство полета, Землю освещали лишь небесные тела. Их лучи стали простой и надежной основой для навигации маленьких летунов – особенно ночью, когда наземных ориентиров не видно. Сбить шестиногих штурманов с пути мог разве что лесной пожар – но они в те времена были крайне редки.

Но человек освоил огонь, создал множество искусственных светильников, каждый из которых стал ловушкой для насекомых, по-прежнему прокладывающих свой курс под определенным углом к источнику света. Насекомые, выбравшие угол больше 90° , просто делают несколько расходящихся витков, пока не потеряют из виду предательский «маяк». Их мы около наших ламп не видим. Но если избранный угол равен прямому, насекомое обречено летать по кругу, а если меньше – по стягивающейся спирали.

Такое объяснение предложил известный немецкий зоолог и физиолог первой половины 20-го века Вольфганг Будденброк. Сам он, впрочем, летающими насекомыми не занимался, а к своей гипотезе пришел, изучая ориентацию гусениц. Прошло немало лет, прежде чем его догадка была применена к лёту ночных насекомых на свет. Сегодня она принята наибольшим числом ученых – однако это не закрывает пути для новых гипотез. Так, российский энтомолог Георгий Горностаев предположил, что наиболее значимым ночным «маяком» для насекомых в природе служат ультрафиолетовые лучи от находящегося за горизонтом солнца (зрение насекомых, в отличие от нашего, заходит глубоко в ультра-

фиолетовую область). Это объясняет, почему ультрафиолетовые лампы притягивают насекомых гораздо сильнее обычных, а тем более – керосиновых.

Но и на этом загадки ночного лёта насекомых не кончаются. Известно, скажем, что в некоторой местности обитают пять видов одного рода жуков-стафилинов. Все они очень похожи друг на друга как внешне, так и по образу жизни. Но если включить ночью на улице лампу, представители одного из видов прилетят во множестве, представители другого – в гораздо меньшем числе, а жуков трех остальных видов можно не найти вовсе. Аналогичные примеры известны и для некоторых бабочек. И никто пока не знает, чем объяснить эти различия.



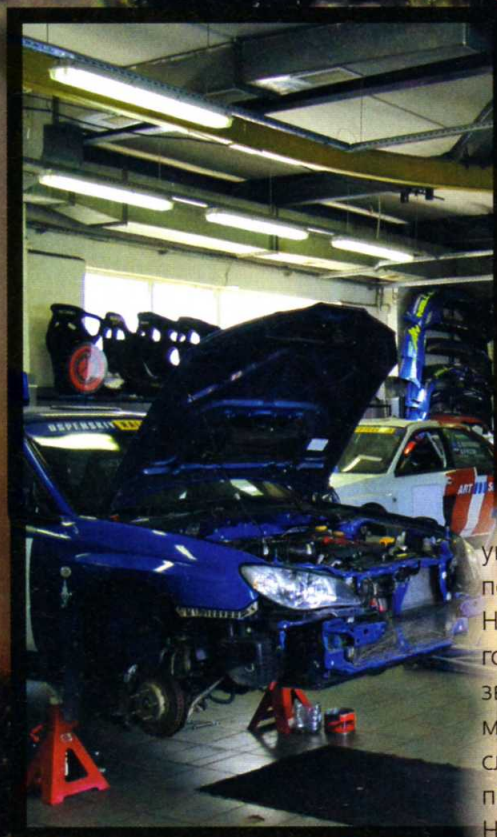
МАШИНА ДЛЯ

Ты, конечно, знаешь о ралли – виде автомобильного спорта, в котором соревнования проводятся по дорогам общего пользования – по грунтовым, асфальтовым или покрытым снегом, словом, по тем, по которым тебя, например, возят на дачу. Конечно, на время соревнований эти отрезки дорог перекрываются, и по ним мчатся только спортивные автомобили.

Машины, участвующие в ралли, внешне очень похожи на обычные автомобили. Но чудеса, которые демонстрируют гонщики на

трассе, просто невозможно повторить на серийной «гражданской» машине. Технически невозможно и вдобавок смертельно опасно. Поэтому для раллийных гонок инженеры в буквальном смысле слова строят специальный спортивный автомобиль. В такой машине будет очень некомфортно ездить по городу, зато на соревнованиях этот автомобиль способен привезти спортсмена к призовому подиуму, а в критической ситуации – спасет жизнь...

Давай посмотрим, как же из обычного заводского автомобиля получается раллийный болид.

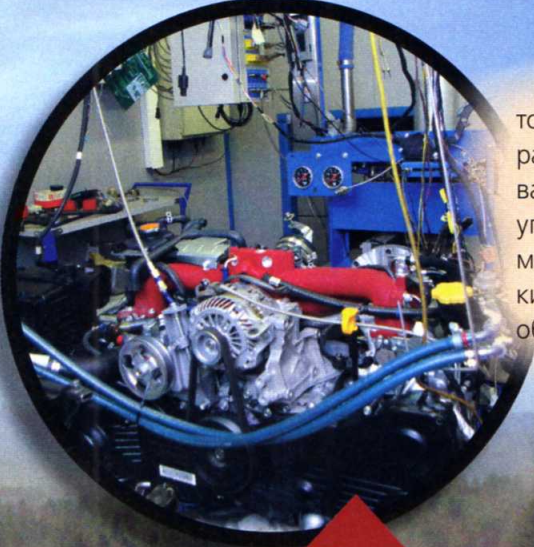


Постройка спортивного автомобиля начинается с его полной разборки и укрепления кузова. В ключевых точках варивается усиление, которое точно повторяет форму кузова, обязательно провариваются многие швы и стыки. На этом этапе автомобиль теряет большую часть шумоизоляции: это в городе нужно, чтобы автомобиль работал беззвучно, а на гонке элементы звукоизоляции – это просто лишний вес. Кстати, в готовом раллийном автомобиле практически невозможно разговаривать друг с другом – в нем слышно только рев мотора. Для общения между пилотом и штурманом предусмотрена специальная переговорная система, встроенная в шлемы. Но мы забегаем вперед, до готового автомобиля нам еще далеко...

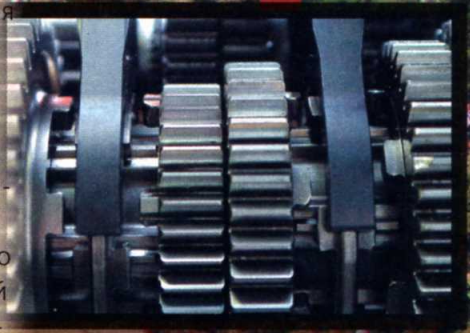


РАЛЛИ

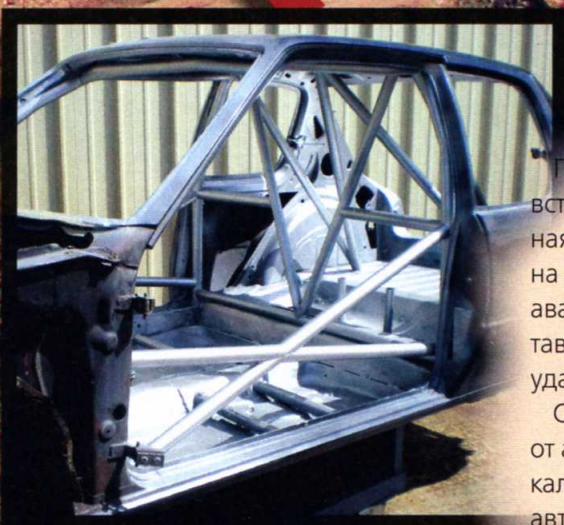
Ирина БОЯРСКАЯ



По правилам соревнований, в двигателе автомобиля допустимы только минимальные доработки. Поток воздуха, необходимого для работы мотора, строго ограничен специальной шайбой, которая называется рестриктором. Настраиваться может только электронная система управления, причем настройка идет под конкретного пилота – в зависимости от его особенностей вождения подбираются такие характеристики работы двигателя, которые дадут идеальный результат при любых оборотах мотора.



В раллийный автомобиль устанавливается специальная кулачковая коробка передач, которая позволяет быстро переключать скорости, не выжимая сцепления: ведь на гонке счет идет буквально на доли секунды, а темп движения в ралли всегда рваный – то связки поворотов разной крутизны, то максимальное ускорение и эффектный полет с трамплина...



Параллельно с укреплением кузова в него встраивается каркас безопасности. Эта сложная конструкция из металлических труб должна выдерживать огромные нагрузки в случае аварии на трассе. Каркас безопасности изготавливается только из стали, которая при ударе гнется, но не ломается.

Собранный каркас безопасности (отдельно от автомобиля) должен выдерживать вертикальную нагрузку, в 7,5 раз превышающую вес автомобиля с экипажем.

В подвеске автомобиля разрешено менять амортизаторы и пружины. Подвеска настраивается для каждой конкретной гонки, а иногда и во время самого соревнования, когда автомобиль заруливает а сервисный бокс. Чтобы автомобиль хорошо слушался руля, спортивную подвеску делают очень жесткой, поэтому трясет в раллийной машине немилосердно, так, что боишься вылететь из кресла.



Ремни безопасности здесь тоже особые, пяти- или шеститочечные, которые идеально плотно подтягивают спортсмена к креслу и держат так крепко, что даже если автомобиль перевернется на крышу, гонщик не выпадет. А вот расстегиваются эти ремни одним быстрым нажатием рычажка – на случай, если нужно будет срочно выскочить из машины.

Впрочем, из спортивного кресла так просто не вылетишь. Его называют «ковш» из-за формы спинки, которая максимально оберегает позвоночник пилота. В отличие от обычных автомобильных кресел, у ковшей нет регулировок установки: они сразу настраиваются под конкретный экипаж, и подвинуть их смогут только механики в боксах.

Как в салон, так и в моторный отсек встраивается система пожаротушения – несколько форсунок, распыляющих огнегасящий состав. Для приведения системы в действие есть специальная кнопка, до которой легко можно достать, даже если экипаж наглухо пристегнут ремнями безопасности. Кроме того, включить систему пожаротушения и обесточить автомобиль можно и снаружи. Для этого между передним капотом и лобовым стеклом устанавливаются два специальных выключателя.





Ну вот, теперь осталось установить углепластиковую защиту днища автомобиля, поставить штурманские приборы, вмонтировать переговорное устройство... Хотелось бы сказать, что теперь новый автомобиль готов выйти на старт, но это не так: его предстоит еще многому «научить», буквально на ощупь меняя и подбирая все необходимые настройки. Впереди много тренировок, тестовых выездов. Но рано или поздно пилот, штурман и автомобиль почувствуют, что стали одним слаженным организмом. И тогда они будут готовы побеждать.



Конечно, во время гонки случаются и аварии. На таких скоростях обычный автомобиль разбился бы в лепешку, и исход соревнований мог бы быть трагичным. Но не зря же инженеры так долго готовили машину к выходу на трассу! Между прочим, больше всего несчастных случаев происходит с парашютистами, прыгающими со зданий или спускающимися на лыжах с горных склонов, а также с дайверами – людьми, занимающимися подводным плаванием. А вот ралли даже не входит в десятку самых опасных видов спорта!



ПОДПИСКА

с любого месяца,
на любой срок,
в любом почтовом отделении.

Подписные индексы:
по каталогу агентства «Роспечать» – **81751**;
по каталогу «Почта России» – **99641**



Следующий номер журнала появится в продаже 26 марта

Юный
ЭРУДИТ