

Введение	9
----------------	---

Часть первая **Народ хочет знать**

Почему не болит голова у дятла?	15
Какой пивной бутылкой лучше бить по голове?	22
Можно ли ходить по воде?	26
Легко ли плыть в сиропе?	34
За сколько секунд можно справить нужду?	38
Скольким детям может дать жизнь мужчина?	44
Зачем нужны поцелуи?	49
Как живые существа ориентируются в пространстве?	53
Почему птицы “любят” одни статуи и “не любят” другие?	66
Почему бутерброд падает маслом вниз?	73
Сколько стоит бесплатный сыр?	79
Где находится ад?	85
Как повернуть время вспять?	94

Часть вторая **Сделаем жизнь лучше!**

“Я тебя бить не буду, я тебе шмась сотворю!”	101
Думай о мире!	109
Перекуем мечи на орала	115
Ударим колой по перенаселению!	121
“Если у тебя есть фонтан, заткни его”	129

Ты меня понимаешь?	132
Музыка как средство терапии	140
Полезные свойства вторичного продукта	146
Сделаем всё!	152
Карьера без стресса	155
Сила воображения	159
Паркинсон науки	169

Часть третья **Познай самого себя**

Торжество некомпетентности	177
Ни слова в простоте	182
С ложью по жизни	187
Спасительный самообман	192
Какая боль!	199
Ах, как кружится голова... ..	204
Феномен обжорства	208
Наука на грани здравого смысла	214

Часть четвертая **Настоящий ученый**

Без страха и упрека	229
Исследование длиною в жизнь	238
Текут века	244
Питание креативности	250
Почувствуй себя козлом	256
<i>Homo scribens</i> — человек пишущий	262
Упорство в заблуждении	272
Заключение	277

Примечания	281
------------------	-----

Введение

1. Почему старикам вкуснее неразбавленное вино? 2. Почему старикам легче читать издали? 3. Почему под осень люди обжорливей? 4. Что появилось раньше, курица или яйцо? 5. Почему у овцы, покусанной волком, мясо вкуснее, а шерсть хуже? 6. Почему мясо быстрее портится на лунном свете, чем на солнечном? 7. Почему считается, что спящих молния не поражает? 8. Почему иудеи не едят свинины: почитают они свинью или презирают? 9. Почему, чтобы вода была холодной, в нее бросают камешки? 10. Почему вино в сосуде лучше брать из середины, мед снизу, а масло сверху? 11. Могут ли появиться новые, еще неизвестные болезни и почему? 12. Почему в осеннее время сны снятся несбыччивые? 13. Четное число звезд на небе или нечетное?¹

Что это за вопросы? Темы исследований британских ученых? Перечень лауреатов Игнобелевской премии?* Нет, это некоторые из тех 95 вопросов, которые, согласно Плутарху, было принято обсуждать на греческих симпозиумах, то есть во время совместного возлежания за пиршественным столом². Собственно, с этих застольных бесед и пошла вся наша наука, а за ней и техника.

Как видно, за прошедшие тысячелетия не на все вопросы получены ответы. Из приведенного списка это, пожалуй, второй,

* В англ.: Ig Nobel Prize, игра слов: *ignoble* — “неблагородный”. — Прим. ред.

третий, девятый, одиннадцатый, отчасти первый, пятый, девятый. Настоящая задача ученого — найти ответы на остальные вопросы, а равно и на те новые, что возникли по мере развития нашего знания. А затем обсудить их на каком-нибудь симпозиуме, как это делал Афиней со своими сотрапезниками по знаменитому “Пиру мудрецов”. Со стороны может показаться, что участники беседы несут ахинею, совершенно бездарно тратят время, обсуждая, скажем, форму треножников или свойства египетских бобов. На самом же деле они оттачивают свое умение проникать в суть вещей.

Возможность для подобного самовыражения дает настоящая наука и только она: свободный поиск знаний без определенной цели в течение неопределенного времени. Такой поиск зачастую подобен плаванию в безбрежном океане липкого, тягучего сиропа, когда неделями, месяцами, годами ты не получаешь ничего и как будто стоишь на месте. У плавания имеется два радикально отличающихся маршрута. Есть маршрут Колумба: когда изначально ставят задачу найти более простое решение локальной проблемы (найти более короткий путь в Индию), а в результате натываются на новую область знания (Америку). А есть маршрут Магеллана: когда после многолетнего безостановочного движения вперед ученый возвращается к тому, с чего начал. Для моряка — счастье, для ученого — горчайшее разочарование. Да, по дороге что-то там открыли, но все равно это не то, не то!

Что дает силы перенести тяготы такого путешествия? Только чувство юмора и веселая компания друзей, с которыми тяжелый труд превращается в радость. Настоящая наука — это веселое приключение. Она просто не может быть другой.

У нас в запасе есть много веселых рассказов об ученых, их жизни и работе, об изобретательных розыгрышах, очень популярных в научной среде, о “пунктиках”, которые есть у каждого настоящего ученого, о курьезных исследованиях и невероятных ошибках, что привели к великим открытиям. Однако, чтобы выбор сюжетов выглядел более обоснованным, мы по-

сле долгих споров решили ограничиться исследованиями и учеными, отмеченными Игнобелевской премией — самой веселой научной премией.

Игнобелевскую премию вручают с 1991 года “за достижения, которые заставляют людей сначала засмеяться, а затем задуматься”. В нашей стране ее почему-то считают шутовской, даже уничижительной, что подчеркивается ее исковерканным названием — Шнобелевская. Но вот что примечательно: подавляющее большинство лауреатов Игнобелевской премии съезжаются со всего мира в Гарвардский университет (США), чтобы принять участие в церемонии награждения. Премии вручают всамделишные нобелевские лауреаты, которых в Гарварде достаточно, а сама церемония превращается в веселый капустник, отражающий дух настоящей науки и совершенно не похожий на стокгольмский официоз.

Множество СМИ в разных странах мира рассказывают о работах, отмеченных Игнобелевской премией, и люди читают эти сообщения, потому что это — весело. И как знать, возможно, в наше время Игнобелевская премия пробуждает интерес к науке в большей степени, чем Нобелевская. Конечно, не нам первым пришла в голову идея рассказать в одной книге о работах, отмеченных Игнобелевской премией. Приоритет здесь по праву принадлежит американскому журналисту Марку Абрахамсу, который, собственно, и основал эту премию. Книги Абрахамса³ изданы в нашей стране, как и книги его немецкого коллеги Марка Бенеке⁴. Но глубокоуважаемые авторы, как нам кажется, несколько увлеклись курьезностью исследований, что предопределило тон и содержание их книг. Мы решили существенно расширить тот научно-культурный ландшафт, в который вписаны эти выдающиеся исследовательские проекты, показать расположение Игнобелевского архипелага на карте океана современного знания.

А как же материк той науки, что стала в XX веке реальной производительной силой общества? Где на симпозиумы досужих кухонных мудрецов смотрят свысока, где не принято ис-

пользовать возможности государства для удовлетворения любопытства ученых? Где в почете финансовый результат, который покрывает затраты на содержание науки? Науки, в которой нет места никакой непредсказуемости, а результат исследования заранее предопределен и записан в заявке на грант. Об этом материки в книге не будет ни строчки. Нас интересует в первую очередь сама наука. Что движет учеными? Почему они начинают вдруг что-то изучать? Как они проводят свои исследования? И что такое настоящий ученый? Вопросы серьезные, но мы постараемся рассказать о них весело.


Приятного чтения и жаркого обсуждения в застольной беседе!

Г. В. Эрлих,

доктор химических наук

С. М. Комаров,

кандидат физико-математических наук

Часть первая 

Народ хочет знать

Почему не болит голова у дятла?

Этот вопрос задавал себе каждый, кто хоть раз видел дятла, методично и безостановочно долбящего дерево клювом. Ученых этот вопрос занимает даже больше, чем обычных обывателей. Верные своей страсти все измерять, ученые установили, что дятел бьет клювом по дереву с потрясающей мощностью — при ударе его голова развивает скорость 5–6 м/с, торможение в 1200 раз превышает ускорение свободного падения g , а частота ударов — более 30 в секунду, причем за день дятел способен нанести 12 000 таких ударов. Такие параметры несовместимы не то что со здоровой головой, но с самой жизнью, а этому пернатому красавцу хоть бы что — долбит себе и долбит.

А ведь при ударе или резком торможении по мозгу должна пройти ударная волна, способная вызвать сильные разрушения. Например, академик В. Е. Фортов, в недавнем прошлом президент Российской академии наук, отмечал в одной из лекций, что именно ударная волна, порожденная камнем, который вылетел из пращи Давида, разорвала мозг Голиафа. Вообще, человек теряет сознание, если при ударе головой перегрузка составит 5–6 g . Пересчет на дятла, у которого и голова, и мозг намного меньше, отпускает ему всего-то 65 g . А он испытывает перегрузку 1300 g , то есть почти в 20 раз больше, и вполне бодр.

Очевидно, у дятла есть какой-то врожденный механизм, позволяющий противостоять волне механических напряжений, распространяющейся по мозгу с каждым ударом клюва. Поис-

ками этого механизма исследователи занимаются с начала 50-х годов XX века. Некоторые скрывали свое детское любопытство за дымовой завесой важной практической задачи — созданием более совершенных шлемов для защиты головы человека. Другие же открыто заявляли, что загадка дятла интересна сама по себе как необъяснимое (пока) явление природы.

Одно из первых объяснений феномена дятла состояло в том, что между клювом и черепом расположена некая упругая прослойка, которая и гасит ударную волну, либо надклювье и подклювье как-то изолированы от костей черепа, из-за чего ударная волна распространяется по мышцам и обходит мозг. Эта точка зрения не всех удовлетворяла, поскольку такое устройство черепа должно снижать эффективность удара клювом. И вот в 1976 году Филипп Мэй с коллегами из лос-анджелесского Госпиталя ветеранов и Калифорнийского университета предложил революционную концепцию¹: дятел бьет клювом строго перпендикулярно поверхности, и, стало быть, в его голове не возникают сдвиговые напряжения, а именно они и разрушительны для мозга. При этом Мэй ссылался на данные приматологов, которые отметили, что у обезьян удар, приводящий к повороту головы, вызывал сильные повреждения мозга и потерю сознания, а удар той же силы, ориентированный так, что поворота головы не было, и сознание не отключал, и повреждения были меньше.

Дальнейшее расследование было направлено на уточнение обоих механизмов. Одни исследователи считали удары дятла по дереву, фиксировали особенности его позы и точность нанесения ударов, другие же копались в черепе дятла, причем с использованием новейших методов. Так, в работе 2015 года по данным томографии построили трехмерную компьютерную модель черепа, чтобы изучать особенности распространения ударных волн в мозге дятла.

Накопали ученые за полсотни лет немало. Например, выяснилось, что мозг у дятла окружен совсем тонким слоем жидкости, да и сам мозг относительно маленький. Что на лбу у него имеется толстая и при этом весьма пористая кость. Что нижняя

часть клюва длиннее, чем верхняя. Самое удивительное открытие — подъязычная косточка: ни у кого такой нет. Вдумайтесь: начинаясь в кончике языка, она примерно у его основания разделяется на две части, проходит сквозь нижнюю челюсть, по бокам обходит горло, позвоночник, поднимается вверх, с двух сторон обнимает затылок, в районе темени снова соединяется в одну кость и заканчивается в правой ноздре. И к этой элегантной конструкции по всей ее длине прикреплена довольно мощная мышца. Причем косточка эта — прекрасный градиентный материал, своего рода шедевр природного материаловедения. Так, жесткость ее начального и конечного участков в два раза меньше, чем у средней части, а прочность начального участка в два раза меньше, чем конечного, возле которого она приближается к прочности алюминия.

Все эти особенности строения, как показывают данные численного моделирования, защищают дятла от сотрясения мозга. Большой упруго-жесткий клюв предохраняет мозг от случайных механических колебаний, возникающих при ударе: он гасит их. Подъязычная косточка в комплексе с языком и мышцами — с точки зрения материаловеда, вся конструкция представляет собой вязкоупругий материал — служит для перераспределения ударной волны. Пористая кость лба, в которую непосредственно упирается верхняя часть клюва, прекрасно рассеивает создаваемые при ударе волны напряжения, точнее, гасит их высокочастотную компоненту. Модельные оценки, полученные с использованием сосуда, заполненного стеклянными микросферами, показали, что пористая кость должна пропускать 90% низкочастотных колебаний и гасить 90–99% высокочастотных. Это прекрасный и очень важный результат, поскольку в начальный момент удара именно высокочастотная составляющая ударной волны очень сильна и способна вызвать отключение сознания. Ну а благодаря своей малой толщине слой жидкости, отделяющий кость черепа от мозга, оказывается плохим проводником в мозг тех компонентов ударной волны, у которых длина волны велика. Дятел еще и глаза закрывает — веки становятся

дополнительным поглотителем удара. Все эти хитрости, а также тщательно выверенная ориентация клюва относительно поверхности в момент удара — именно она определяет направление движения ударной волны — и позволяют дятлу долбить деревья с утра до вечера и не страдать от головной боли.

Но как могли возникнуть все эти хитрые приспособления, без которых дятел неизбежно заработал бы сотрясение? Тут вспоминается проблема курицы и яйца: трудно объяснить, как нечто сложное появилось путем маленьких эволюционных изменений, ведь пока они были маленькими, они не приносили пользы своему обладателю и поэтому не могли быть сохранены отбором. Возможно, разгадку нашел коллектив дятловедов из Бостонского университета во главе с Джорджем Фарахом². Они провели очень гуманное исследование — копались в мозгах не живых дятлов, а заспиртованных экспонатов университетской коллекции. И обнаружили, что нейроны дятлов, в отличие от нейронов дроздов из контрольной группы, буквально оплетены так называемыми тау-белками, про которые известно, что они появляются в мозге человека после сотрясения.

По мнению Фараха, не исключено, что эти белки появились в мозге дятлов не из-за хронического сотрясения, а, наоборот, защищают от него. Тогда все укладывается в рамки эволюционной теории: у какого-то предка дятла возникло в мозгах много тау-белка, и он смог выдолбить удобное и просторное дупло, за счет чего получил преимущество и дал многочисленное потомство с крепкими мозгами. Кости, клюв и прочие механизмы появились позже, доведя дятла до совершенства. Между прочим, и среди людей есть такие, у которых тау-белки в мозге имеются, а сотрясения не было, но, видимо, эта особенность не очень пригодилась и не породила популяцию особо твердолобых.

Если же вернуться к прикладному дятловедению, то здесь тоже достигнуты впечатляющие результаты. Принципы устройства головы дятла взяли на вооружение Ён Сан Хи и Парк Сан Мин из Калифорнийского университета в Беркли: они искали способ изготовления упаковки для чрезвычайно нежных и хруп-

ких микромеханических устройств³. В этой упаковке между двумя слоями металла, которые соответствуют клюву и черепу, находится слой вязкоупругого материала — аналог косточки и ее мышц, а внутренность заполнена шариками диоксида кремния, в которые и помещены перевозимые детальки. Защита оказалась превосходной: так, если детальки в упаковке из твердой резины выдерживали перегрузку до 40 000 г, а при 60 000 г четверть из них ломалась, то в инновационной упаковке, получившей название BIRD-2, и при такой перегрузке повреждений почти не было — 99,3% деталек остались невредимы.

Кроме того, дятел вдохновил инженеров на создание по крайней мере двух типов новой защиты для человеческого мозга от ударных нагрузок. Одна из них — картонный велосипедный шлем. Да-да, картонный: в 2012 году Анирудха Сурабхи, студент лондонского Королевского колледжа искусств, пострадал при падении с велосипеда и подумал: а что, если защитить голову так, как это делает дятел, — толстой костью с регулируемой пористостью? И вырезал из гофрокартона, который идет на изготовление ящиков, полоски, по форме соответствующие шлему, а затем собрал из них дополнительную защиту. Картонные полоски оказались прекрасными ребрами жесткости, шлем стал очень прочным — человек на нем может стоять. В то же время сочетание маленьких пор внутри картонки с большими промежутками между полосками обеспечивало прекрасное рассеяние ударной волны. Сейчас такие шлемы выпускают серийно, и выглядят они так, что сразу и не догадаешься: макетный образец был сделан из гофрокартона.

Другая разработка гораздо хитрее и основана на гипотезе, что череп и так отлично защищает мозг, не надо его улучшать, а следует идти принципиально другим путем. Однажды доктор Дэвид Смит из Госпиталя Рейда в Индиане пришел к выводу, что дятел не сотрясает мозг все-таки потому, что слой жидкости, разделяющей мозг и череп, у него очень тонок. А у человека этот слой большой, поэтому человеческий мозг при ударе сильно смещается, набирает скорость относительно черепа и может

удариться о кость из-за инерции, и никакой шлем этому не помешает. Видимо, именно таков был механизм трагического случая с гениальным автогонщиком Михаэлем Шумахером, который повредил мозг не во время инцидента на трассе, а упав головой на камень при несложном горнолыжном спуске. И ведь шлем на голове был! Вот бы такую защиту, как у дятла, чтобы мозг не мог сильно смещаться...

Помощь, как это часто бывает, пришла от специалиста из смежной области науки. Коллега-анестезиолог предложил Смиту нестандартное решение: надо пережать кровоток в шее. Концентрация кислорода в мозгу упадет, организм станет закачивать туда больше крови, объем мозга увеличится, и он утратит возможность сильно смещаться. Более того, друзья придумали новую дятловую гипотезу: якобы пернатый дровосек, пережимая сосуды мышцами шеи, сам регулирует наполнение мозга кровью перед тем, как приступить к выдалбливанию дупла. И так же, по их мнению, делает баран, когда с разгону врывается во что-то с торможением в 500 g: у него-то никаких хитрых дятловых приспособлений нет, разве что рога-амортизаторы.

Для проверки гипотезы поставили опыт на крысах. Получилось — у животных с пережатой шеей сотрясение мозга при ударе по голове развивалось в меньшей степени. Пора было переходить к опытам с участием людей. Но кто согласится на такое? Вдруг пережмут шею слишком сильно... Оставалось поискать там, где кислородное голодание мозга происходит не по воле экспериментатора, а по другим причинам. Например, в высокогорье — там кислорода мало. Помогла статистика, которая показала, что у футболистов и хоккеистов во время игры высоко в горах сотрясения мозга случаются реже.

Долго ли, коротко ли, но к 2016 году американская дизайнерская компания Q3 Innovations создала надувной шейный воротник под названием “Q-collar”, который слегка затрудняет отток крови из головы. С этими воротниками стали ставить опыты, например, при участии подростков из хоккейной спортшколы⁴. Половине участников велели во время матчей надевать их, а поло-

вину оставили для контроля. У всех детей три раза за время опытов снимали энцефалограммы мозга и делали томографию. У тех, кто воротников не носил, заметили больше признаков пережитых сотрясений мозга, чем у тех, кто носил, и это была не одна серия опытов. В общем, спортивно-медицинскую общественность удалось убедить, и в 2017 году канадская компания Bauer начала серийный выпуск воротников под маркой “NeuroShield” для детей и взрослых с розничной ценой 200 долларов. Вот так размышления над головной болью дятла привели-таки к появлению средства защиты мозга людей, хотя оно и выглядит необычно, и совсем не похоже на привычный шлем.

Игнобелевский комитет не мог не отметить раскрытие феномена дятла. Единственная загвоздка состояла в выборе лауреатов из сонма блестящих ученых, посвятивших лучшие годы жизни решению этой проблемы. В конце концов премию в 2006 году присудили классику дятловедения Филиппу Мэю и Айвену Швабу из Калифорнийского университета в Дэвисе, который обобщил полученные к тому времени результаты в основополагающем обзоре⁵ и тем самым придал новый импульс работам в этой области. Немного удивляет, что премию присудили по орнитологии. При чем здесь биология пернатых? Это же чистойшей воды физика!

И вот что еще интересно. Присуждение Нобелевских премий нередко сопровождается скандалами. Всегда находятся недовольные — и, заметим, зачастую обоснованно недовольные — тем, что их не включили в состав коллектива лауреатов. Но с Игнобелевскими премиями ничего подобного не происходит. Никто из перечисленных в этом рассказе ученых не обивал пороги Игнобелевского комитета и редакций газет с криками “А чем я хуже?!”. Оно и правильно. Настоящие ученые ко всему относятся с юмором, в том числе и к премиям. Не зря ведь говорят, что премии как геморрой — рано или поздно его получает любая задница.

Какой пивной бутылкой лучше бить по голове?

У дятла голова — сильное место, а у человека, наоборот, слабое. Мы стараемся всячески защитить свою голову от ударов. К чужим головам отношение более сложное. В жизни случаются разные ситуации, иногда приходится для самообороны или вразумления дать несознательному гражданину в лоб или по лбу, что суть одно и то же. Но чем бить, если не хочешь нанести противнику тяжкие телесные повреждения с последующим юридическим оформлением этого прискорбного факта? Хотелось бы иметь на этот счет четкие научные рекомендации.

Статистика, которая знает все, утверждает, что в развитых странах самая распространенная причина повреждений головы — удар пивной бутылкой. Широкая общественность в кои-то веки разделяет это мнение. Так, посетители форумов, посвященных тонкостям народных боевых искусств, обсуждая свои впечатления от использования бутылок в диспутах с агрессивно настроенными гражданами, приходят к следующему выводу: бутылки, конечно, не самые весомые аргументы, зато самые доступные, поскольку в изобилии имеются под рукой там, где такие диспуты, как правило, возникают.

Справедливости ради заметим, что в ходе драк в барах в дело чаще всего идут все же пивные бокалы, сделанные из относительно тонкого стекла. С точки зрения физики удар таким бокалом по голове — полная ерунда: его энергия не более 1,7 джоуля, так что поражение оппонента обеспечивает

не столько сила удара, сколько осколки разбившегося о голову бокала. Иное дело — советские полулитровые кружки из толстого стекла: от их удара вполне можно было стать зайкой, а то и хуже. Но эти увесистые кружки канули в небытие вместе с Советским Союзом, сегодня их можно найти главным образом в музеях и домашних коллекциях.

Однако в тех барах, где подают не разливное пиво, а бутылочное, ситуация иная. Во многих европейских странах — в Германии, Бельгии, Швейцарии — вам подадут не чахоточную бутылочку в 0,33 л, а полноценную полулитровую, которую к тому же используют многократно (а это значит, что она должна быть прочной, чтобы с гарантией выдерживать повторные циклы). Такая бутылка весьма увесиста — 400 г в пустом виде и 900 г с пивом внутри. Так что посетители этих баров полагают гораздо более весомыми аргументами, чем бокалы. А в Италии все еще серьезнее — пиво там часто разливают в бутылки емкостью 0,66 л. И вот возникает вопрос: какой пивной бутылкой предпочтительнее бить по голове, полной или пустой, если вы хотите просто вырубить оппонента, а не нанести ему тяжелую черепно-мозговую травму со всеми вытекающими последствиями?

Этот вопрос интересует не только обывателей, но и профессионалов, судмедэкспертов и патологоанатомов, которые постоянно имеют дело с такого рода травмами. Группа исследователей из Бернского университета во главе со Стефаном Боллигером пошла навстречу пожеланиям трудящихся и провела скрупулезное экспериментальное исследование этой проблемы, результаты которого опубликованы в журнале о судебной медицине — *Journal of Forensic and Legal Medicine*⁶. В 2009 году эта работа была увенчана Игнобелевской премией — что показательно, премией мира.

В чем состояла суть эксперимента? Чтобы получить полную картину соударения головы с бутылкой, в четырехметровой шахте смонтировали испытательный стенд. На дно поставили детскую ванночку — ее высокие бортики не позволяли оскол-

кам разлететься. В ней лежала бутылка, на которую прилепили пластилиновую нащепку — предполагалось, что она симметрирует амортизирующее действие кожи головы и волос. Наверху же, на определенной высоте (в ходе опытов ее меняли), закрепили устройство, способное бросать вниз килограммовый стальной шар, символизирующий череп собутыльника. В общем-то, в соответствии с принципом относительности Галилея, все равно — бутылкой ли бить по голове, или головой (даже если в ее роли выступает стальной шар) по бутылке. Главное — относительные скорости движения этих объектов, которые и обеспечивают приобретение ими кинетической энергии, той самой, что при столкновении превращается в энергию разрушения. Цель же опыта была проста: определить, при какой энергии удара бутылка разобьется.

Исходя из общих соображений, можно ожидать, что полная бутылка разобьется при более сильном ударе, ведь внутри нее находится жидкость, которая должна взять на себя часть энергии удара. Но в науке, как и в жизни, очевидные ответы, полученные из общих соображений, зачастую оказываются неверными. Вот и в этом случае действительность опровергла очевидную гипотезу: полная бутылка разбивалась при энергии 30 джоулей, а пустая — при 40 джоулях. В поисках объяснения экспериментаторы предположили, что все дело в углекислом газе, которым насыщено пиво: от удара пиво вскипает, и выделяющийся газ создает резко возрастающее давление. В принципе это предположение не лишено смысла. Многие хоть раз да становились жертвами невинного фокуса: по только что открытой бутылке пива снизу в доньшко несильно бьют другой бутылкой, а затем сразу — ею же сверху по горлышку. В получившийся пенный фонтан может утечь до половины содержимого. Впрочем, есть и другое объяснение. Жидкость — вещество несжимаемое, поэтому малейшая деформация бутылки сразу порождает в ней напряжение, переходящее в разрушение.

В общем, выходит, что, хоть полная бутылка и тяжелее, удар от нее менее сильный, поскольку она разобьется при меньшей

нагрузке, чем пустая. Однако для участника барного диспута эти тонкости не так уж важны, ведь череп ломается при энергии удара от 14 до 68,5 джоуля, в зависимости от того, в какую точку попал весомый аргумент. А стало быть, серьезные травмы можно нанести как пустой, так и полной бутылкой.

Полученные результаты льют пиво — извините, воду — на мельницу тех законодателей, которые стремятся сделать пивную тару как можно меньше. Получается, что данная мера вполне оправданна: она не только сдерживает развитие алкоголизма путем сокращения потребления пенного напитка, но и смягчает последствия, если пива все же будет выпито достаточно для драки.

Можно ли ходить по воде?

Вопрос интересный, хотя большая часть людей уверена, что знает ответ на него. “Конечно можно”, — скажут они и в подтверждение своих слов сошлутся на широко известный исторический прецедент, описанный в одной из самых авторитетных в мире книг. Но ученые не склонны принимать что-либо на веру и не признают авторитетов, они норовят все проверять, причем экспериментально. Именно это сделала группа исследователей во главе с Юрием Иваненко⁷ из римского Института госпитализации и научного ухода за пациентами, которые стали лауреатами Игнобелевской премии по физике за 2013 год. Допускаем, что двигало ими не только любопытство, но и чувство обиды. В самом деле, какие-то ничтожные водомерки легко скользят по водной глади. Да что там водомерки, вполне себе увесистая ящерица василиск умеет бегать по воде, а человек — царь природы, как кажется, — лишен такой возможности, в чем может убедиться каждый на собственном опыте.

Но не будем раньше времени посыпать голову пеплом. Давайте лучше разберемся в физике явления. Вода может удерживать на поверхности бегущее тело за счет двух сил. Первая — сила поверхностного натяжения. Именно ее используют водомерки, которые не только прекрасно скользят по водной глади, но и могут застывать на месте. Эта сила применима к существам легчайшим. Другая сила гораздо сложнее, она существует только в динамике — с ее помощью на воде не посто-

ишь. А порождает ее вязкость, которая препятствует телу погружаться в жидкость. Величина этой силы зависит от множества факторов, но главнейший из них — скорость, с которой движется тело. Чем больше скорость, тем труднее телу утонуть. Посмотрим на василиска. Эта ящерица, весящая десятки граммов, не тонет потому, что отважно семенит задними лапками с частотой 7 Гц — семь движений в секунду. Молодые ящерицы так пробегают 300–400 м, а чем старше и, стало быть, тяжелее ящерица, тем менее уверенно она это делает. Приведем еще пример: западноамериканская поганка, крупная (полтора килограмма) птица, пробегает по воде сравнительно небольшую дистанцию — десяток-другой метров, причем исполняет сей трюк в качестве брачного танца.

Человеку этот трюк выполнить тяжело по трем причинам. Во-первых, у нас слишком маленькие ступни. Во-вторых, мы относительно тяжелые, что в сочетании с маленькой площадью опоры порождает большое давление на поверхность воды. И, наконец, мы слишком медленно семеним ногами, хотя это дело индивидуальное и к тому же зависит от тренировки.

Площадь опоры экспериментаторы увеличили с помощью небольших ласт. Для уменьшения веса сконструировали специальное пневматическое устройство со стропами типа парашютных, на которые подвешивали испытуемого. Устройство позволяло регулировать вес человека в пределах 10–25% от обычного. А для исключения индивидуальных особенностей пригласили группу добровольцев из шести спортивных молодых людей.

Исследования, понятное дело, проводили в бассейне, заполненном водой. Испытуемого, обутого в ласты, подвешивали на стропах над поверхностью воды, устанавливали вес, после чего он начинал быстро семенить ногами так, чтобы ступни не погружались в воду. Полагаем, все участники эксперимента, а также зрители от души повеселились в ходе его выполнения.

Шутки шутками, но в ходе эксперимента получили важные практические результаты. Оказалось, что на Энцеладе, спутнике Сатурна, с гравитацией примерно 0,1 от земной бегать

по воде не только возможно, но даже совсем легко: все шестеро участников сумели не утонуть. На Луне (0,16 g) с задачей справились четверо участников. На Ио, спутнике Юпитера, с 0,19 g половине пришлось трудно. Ну а пределом оказалась гравитация 0,22 от земной — лишь один участник сумел удержаться на воде. Тут все уперлось в частоту движения ног. У испытуемых, даже тренированных, она составляла всего 1,5–2 Гц, до василиска далековато.

Этот эксперимент показал, что по лунным морям, когда их зальют водой, колонисты бегать смогут. Но неужели этого никогда не удастся сделать на Земле? Почему бы и нет: немного смекалки — и решение задачи можно найти, не прибегая к мистическим процедурам. Это сделали Пар Один Лотман и Энди Руина из Аландского университета прикладных наук (Финляндия). Они построили в бассейне плавучую дорожку из деревянных щитов, каждый площадью один квадратный метр. Если человек вставал на такой щит, он непременно тонул. Но вот если бежал... Если человек бежал аккуратно, принаровившись наступать в центр щита, тогда он успешно пробежал от одного конца бассейна до другого, лишь замочив ноги.

В общем-то, северные рыбаки порой так и поступают, когда надо преодолеть участок раскрошившейся льдины. Тут главное — делать все быстро и не останавливаться. Наверное, надев на ноги такие щиты — те же ласты, только большие — и потренировавшись, можно приспособиться и к водному бегу на длинные дистанции без всяких предварительно приготовленных дорожек. Кстати, сейчас опыт финских исследователей взяли на вооружение аниматоры в южных отелях — бег по настеленной на поверхности бассейна дорожке неизменно привлекает множество любителей экзотических видов спорта.

Тема бега по воде сильно занимает создателей роботов. Первого из них, способного передвигаться по воде, в 2008 году сделали Парк Хюн Су, Стивен Флloyd и Метин Сети из питтсбургского Университета Карнеги — Меллона. Робот весил 60 г, имел четыре ноги, а его ступни при вытаскивании из воды складыва-

лись, чтобы уменьшить сопротивление, — именно так бегают птица поганка. Если робот бежал слишком быстро, он опрокидывался — сказывался малый момент инерции, а увеличить его нельзя, иначе вода не удержит. При малой скорости робот тонул. Оптимальным оказался интервал 7–12 Гц — как у василиска, тем более что и весит робот примерно столько же. Еще исследователи отметили неустойчивость в движении робота в случае, если он шел иноходью. В 2013 году сотрудники Академии наук КНР во главе с Сюй Линьсэнь сделали двуногого робота весом 320 г, но они пошли на хитрость — ступнями ему служили пенопластовые пластинки. Шестиногий робот, сделанный в Южной Корее в 2015 году, также бегал на поплавах, причем одинаково успешно по суше и по воде — скорость достигла полуметра в секунду. Нельзя сказать, что это честное соревнование — поплавки были такими большими, что робот не тонул, даже неподвижно стоя на воде.

Эти роботы, так же как и новинка 2015 года — робот-водомерка, представляют собой копии живых существ. Однако успешные технические устройства, как правило, аналогов в природе не имеют, вспомним изобретение колеса. Именно такой, неизведанный путь выбрали исследователи из Университета Триеста во главе с Паоло Галлиной: они решили сделать прыгающего водяного робота. Прототипом послужил тренажер-“кузнечик”, или PoGo Stick (палка от компании Полманна и Гоппеля). В сущности, это действительно палка. Наверху у нее ручка, в нижней части — платформа для ног, а еще ниже расположена пружина. Стоя на платформе, человек своим весом давит на пружину, она создает обратный импульс, за счет чего совершаются прыжки.

Но как “кузнечик” сможет прыгать по водной поверхности? При большой скорости движения и вода будет твердью. Исследователи сделали нижний наконечник палки в виде конуса: чтобы легко входил в воду, быстро тормозился и так же легко выходил из нее. И оказалось, что при правильном сочетании угла конуса и жесткости пружины такой “кузнечик” ска-

кал по воде. В опытах “кузнечика” весом полтора килограмма бросали в воду, и двигатель начинал работать как человек, периодически давя на пружину. Устройство держалось на поверхности воды в течение 45 секунд, а потом все же тонуло, но лиха беда начало.

Как видно, раз счет пошел уже на килограммы, значит, прогресс налицо. Поэтому не исключено, что по лунным озерам мы действительно будем бегать, а по земным — все-таки скакать.

Тема взаимодействия движущихся живых существ с водной стихией поистине неисчерпаема. Тут достаточно только немного задуматься, и вопросы посыплются сами как из рога изобилия. Например, как комар летает в дождь? Его решением озаботился доцент Дэвид Ху из Технологического института Джорджии. Конечно, подобно многим, он мог бы пойти по пути наименьшего сопротивления, вспомнить про одного изворотливого политика, который, согласно народной молве, не пользовался зонтиком, потому что обладал способностью просачиваться между струйками дождя⁸, и на этом закрыть вопрос. Не таков доцент Ху, который докапывается до самой сути явления. В самом деле, какое тут просачивание между струйками? Огромные, страшные капли падают на хрупкое комариное тельце подобно камням хмепа — хаотического метеоритного потока, с которым столкнулся знаменитый звездпроходец, капитан дальнего галактического плавания, охотник за метеорами и кометами Ийон Тихий* во время путешествия на планету Интеропию. Ардриты, ее обитатели, для уменьшения последствий стихийного бедствия придумали технологию дубликации объектов, которую активно использовали. В частности, с помощью этой технологии восстановили самого Ийона Тихого, в которого попал метеорит (после он нашел в своем носке свежую стружку от упаковки). А вот комару на дубликатор рассчитывать не приходится — не создали комары цивилизацию,

* Вымышленный герой цикла научно-фантастических рассказов Станислава Лема “Звездные дневники Ийона Тихого” (1953). — *Прим. ред.*

подобную ардритской. Как он, без всяких технических средств, рассчитывая только на себя, выживает в дожде?

Между прочим, этот вопрос волнует не только комаров — прогресс робототехники настолько стремителен, что в ближайшем будущем можно ожидать массового производства миниатюрных летающих роботов, которые будут помогать солдатам на поле битвы, а спасателям — при поиске жертв в завалах. Очевидно, что такое чудо техники, размером как раз с некрупное насекомое, должно уметь летать во время дождя. Но как? Может быть, комар обладает датчиками, которые позволяют ему обнаружить воздушную опасность и изменить траекторию полета? Может, и роботов нужно оснастить такими датчиками для решения проблемы?

Для поиска ответа исследователи соорудили пластиковую емкость, в которую посадили несколько комаров, настроили высокоскоростную видеокамеру, а затем стали имитировать дождь с помощью душа. Для контроля они впоследствии провели и полевые испытания, изучив полет комаров, живущих на воле. Как оказалось, насекомое не обладает феноменальной чувствительностью к приближающейся сверху опасности и не уворачивается от капель, а, напротив, встречает удар судьбы без малейшего сопротивления. Это его и спасает, наряду с малой массой и крепостью хитиновой оболочки — наружного скелета. “Сила удара зависит от силы сопротивления. Комар же, попав на нижний край капли, к ней прилипает и начинает падать вниз”, — поясняет аспирант Эндрю Дикерсон, непосредственно проводивший наблюдения. А что же дальше? Ведь падая со скоростью капли, можно и в землю врезаться — тогда уж точно останется одно мокрое место. Для своего спасения комар проявляет полную непотопляемость: загребая длинными лапками и крыльями, он переползает с нижнего края капли на верхний и взлетает, чтобы снова продолжить лавирование между струйками дождя.

Раз уж речь зашла о комарах, немного отвлечемся и попробуем поискать ответ на вопрос: может ли современная технология помочь в борьбе с этими надоедливыми насекомыми?

Конечно, химия снабдила нас таблетками, создающими отпугивающий комаров дым, биология придумала ловушки, привлекающие комаров в свою утробу всякими приятными для них запахами вроде аромата человеческого пота. Однако есть тут неприятность: все это оружие, так сказать, массового поражения. Оно действует на всех комаров, даже тех, которые совершенно не угрожают человеку; страдают от него и невинные добродушные насекомые, которые, может быть, и не покусились бы на человеческую кровь. Тем более что половине из них кровь-то как раз и не нужна — комары-самцы обходятся без нее. И вот для изготовления такого избирательного оружия, соответствующего принципам гуманизма, на помощь приходят физики.

Вспомним Стратегическую оборонную инициативу президента США Рональда Рейгана, знаменитую СОИ, названную еще “программой звездных войн”. Суть этой инициативы 1980-х годов — размещение в околоземном пространстве лазеров, которые станут воздействовать на баллистические межконтинентальные ракеты, вышедшие за пределы атмосферы, меняя их траекторию, и таким образом обеспечат полную защиту от ядерного нападения. Но ведь это именно то, что нужно: найти комарицу в момент атаки, сбить ее и только ее. И США, и СССР на эту программу потратили много денег, но результата не получили: уж слишком мощный лазер требовался для успешной работы системы. Но вот американский физик и инженер Джордин Кэр, занимавшийся лазерными двигателями, предложил-таки уже в XXI веке использовать давние наработки и организовать систему противомоскитной обороны⁹.

Комар — не ракета, его вес и скорость гораздо меньше. Поэтому сбить насекомое можно недорогим лазером, который продается чуть ли не в магазине. Еще для этой системы нужны также имеющиеся на рынке набор оптических элементов и акустические датчики: первые фокусируют луч, а вторые наводят его на источник ненавистного комариного писка. По мнению Кэра, чувствительность системы столь велика, что она может стрелять прицельно в комарих-кровососок, безобидных же ко-

маров лазерный луч не коснется: тембр писка у них различается. Не станут объектом упреждающей атаки и жужжащие насекомые — так удастся сэкономить немало энергии. Более того, система распознаёт человека и всяких домашних животных: даже если они окажутся на линии прицеливания, лазерный луч не причинит им никакого вреда.

Это предложение отнюдь не было воспринято как очередная футуристическая фантазия: ему оказали поддержку финансисты из компании Intellectual Ventures, которую основал бывший главный технолог компании Microsoft Натан Мирволд. Видимо, окрыленный таким вниманием, Кэр надеялся на расширение проекта и мечтал о подвешенной на аэростате платформе с лазерными пушками, которые прицельно палят по летучим вредителям полей и огородов, защищая таким образом сельхозугодья без вреда для полезных насекомых вроде пчел и шмелей. И всё без единого грамма ядохимикатов!

На наш взгляд, эта работа вполне соответствует уровню Игнобелевской премии, причем сразу по нескольким номинациям — энтомологии, физики и мира. Но Кэру ее почему-то не присудили, впрочем, решения Игнобелевского комитета, равно как и Нобелевского, не всегда находят рациональное объяснение.

Легко ли плыть в сиропе?

Итак, с бегом по воде и пролетом сквозь струйки дождя разобрались. А как насчет плавания в сиропе? Где человек поплывет быстрее — в сладкой воде или в обычной? Ответ на этот вопрос нашли Эдвард Касслер и Брайан Геттельфингер с кафедры химического машиностроения и материаловедения Миннесотского университета, что принесло им, помимо морального удовлетворения от прекрасно выполненной работы, еще и Игнобелевскую премию по химии за 2005 год.

Как отмечают сами лауреаты в своей эпохальной статье¹⁰, один из них принимал участие в отборочных олимпийских соревнованиях по плаванию и там случайно заметил, что в соленой воде плавать легче. К слову сказать, нам этот феномен объясняли где-то в седьмом классе на уроках физики, когда изучали закон Архимеда, но то нам, а бедолагам-американцам до всего приходится доходить своим умом и на собственном опыте.

В соленой воде из-за увеличения плотности растет выталкивающая сила Архимеда, так что на воде держаться действительно легче. Но из этого отнюдь не следует, что в соленой воде легче, а главное, быстрее плыть, чем в пресной, поскольку у соленой воды не только плотность, но и вязкость выше, чем у пресной.

По признанию лауреатов, в их лаборатории шли жаркие, неутраченные дискуссии о влиянии вязкости на скорость плавания. Единства мнений не было — все участники прений разбились на три группы. Большинство, в основном специалисты

по динамике жидкостей, утверждали, что человек поплывет медленнее, ведь на преодоление сопротивления более вязкой жидкости нужно тратить больше усилий. Другие возражали: человек при гребке толкается руками, чем создает тягу, стало быть, чем плотнее жидкость, тем более мощным выходит толчок. Третьи же предполагали, что эти эффекты компенсируют друг друга, отчего плавать в соленой воде не легче и не тяжелее, чем в пресной.

Видимо, обсуждение этого животрепещущего вопроса перешло в такую бурную стадию, что Касслер и Геттельфингер для примирения сторон решились на постановку натурального эксперимента. От соленой воды отказались по той причине, что увеличение ее вязкости относительно невелико и эффект, если он будет обнаружен, мог попасть в коридор ошибок. Нужно было радикальное увеличение вязкости раствора — так родилась идея сладкого сиропа, вероятно, во время поедания блинчиков с кленовым сиропом.

Но тут возникли две технические проблемы. Для надежного измерения скорости плавания дистанция должна быть достаточно большой, как минимум 25 м или ярдов, так как дело происходило в США. А это полноценный плавательный бассейн для соревнований. Причем желательно иметь два таких бассейна, один с сиропом, другой — с обычной водой, чтобы проводить сравнительные испытания в идентичных условиях. А еще лучше — несколько плавательных бассейнов разного объема, чтобы избежать влияния глубины на скорость пловца. То, как удалось исследователям уговорить администрацию выделить им университетский плавательный комплекс для проведения эпохального эксперимента, навсегда осталось загадкой.

Вторая проблема — сладкий состав для плавания. Первым на ум пришел кукурузный сироп. Нашлись и спонсоры, готовые предоставить необходимую для эксперимента тысячу тонн этого вещества, благо его производят и потребляют в США в немалых количествах. Но смыс такого объема сладкого сиропа в канализацию вызвал бы локальную экологическую катастрофу,

кроме того, плотность кукурузного сиропа существенно отличается от плотности воды, что непременно исказило бы результаты эксперимента. В конце концов решили использовать природный гелеобразователь — гуаровую камедь. Это вещество часто используют в кулинарии и пищевой промышленности, то есть для человека оно безопасно. Итак, 320 кг камеди растворили в 650 кубометрах воды бассейна, получив концентрацию 0,05%. Плотность сиропа осталась на уровне плотности воды, а вязкость выросла в два раза.

С чем не возникло никаких проблем, так это с пловцами-добровольцами. Какой студент откажется от возможности принять участие в таком прикольном эксперименте и сделать селфи в бассейне с сиропом? После строгого отбора сформировали команду из десяти пловцов. Каждый из них сначала проплывал 25 ярдов в бассейне с тысячей кубометров чистой воды, спустя три минуты — два раза по 25 ярдов в экспериментальном бассейне и затем, приняв душ, еще 25 ярдов в таком же бассейне с чистой водой. Фиксировали не только скорость, но и такие детали, как время отталкивания от стенки и количество гребков. Результат получился однозначный: вязкость на всем этом никак не отражалась.

Этому было дано вполне научное объяснение. Влияние вязкости на движение чего-нибудь в жидкости передается числом Рейнольдса — произведением характерного размера на скорость движения, отнесенную к вязкости. Для человека оно достигает значения 600. Это значит, что для пловца главное — силы инерции, а не силы вязкости. И жидкость обтекает его тело не ламинарно, а турбулентно, то есть с завихрениями. При таком режиме затрачиваемые усилия пропорциональны квадрату скорости, вязкость же отвечает лишь за 10% затрат энергии пловца. Вот если бы вязкость увеличить в тысячу раз — в таком сиропе плыть было бы труднее, чем в воде, но, с другой стороны, и толкаться было бы проще. А какой фактор пересилит, так и не удалось выяснить в ходе эксперимента, видимо, вследствие заботы о судьбе канализации в спортивном сооружении.