



**ХИМИЯ И ЖИЗНЬ**

**4** /2017







Зарегистрирован  
в Комитете РФ по печати  
19 ноября 2003 г., рег. № 014823

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:  
**Главный редактор**  
Л.Н.Стрельникова  
**Заместитель главного редактора**  
Е.В.Клещенко  
**Главный художник**  
А.В.Астрин

**Редакторы и обозреватели**  
Л.А.Ашкинази,  
В.В.Благутина,  
Ю.И.Зварич,  
С.М.Комаров,  
В.В.Лебедев  
Н.Л.Резник,  
О.В.Рындина

Подписано в печать 29.03.2016

Адрес редакции  
19991, Москва, Ленинский просп., 29, стр. 8  
Телефон для справок:  
8 (495) 722-09-46  
e-mail: redaktor@hij.ru  
http://www.hij.ru

При перепечатке материалов ссылка  
на «Химию и жизнь — XXI век» обязательна.

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —  
картина И.К.Айвазовского «Хаос.  
Сотворение мира». О чудесах, что  
поджидают путешественников  
по морям, читайте в беллетристи-  
ческом произведении «Байки морского  
биолога»

*Истребление зануд — долг  
каждого порядочного человека.  
Если зануда не разъярен —  
это позор для окружающих.*

*Л.Д.Ландау*

# Содержание

<b>Репортаж</b> ЗЕЛЕНОГРАДСКИЕ НАЧИНАНИЯ. С.М.Комаров .....	2
<b>Элемент №...</b> НЕОН: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. А.Мотыляев .....	6
<b>История современности</b> НА ГЕРМАНИЕВОЙ ПОДЛОЖКЕ. А.В.Наумов .....	8
<b>Эксперимент</b> ОХОТНИКИ ЗА КРИСТАЛЛАМИ. С.В.Тищенко, М.В.Донцова .....	11
<b>Хемоскоп</b> УРОКИ ВЕЛИКОГО ВЫМИРАНИЯ. ВОСЬМОЕ КОЛЬЦО. «НЕДОСВЯЗЬ» ПОД НАБЛЮДЕНИЕМ. А.И.Курамшин .....	14
<b>О веществе по существу</b> СОРБИНОВАЯ КИСЛОТА. И.А.Леенсон .....	16
<b>Жертвы науки</b> ПОЛЕЗНОЕ ИГО. С.Ястребова .....	18
<b>Земля и ее обитатели</b> НЕПОБЕДИМЫЕ УЛИТКИ. Н.Анина .....	20
<b>Научный комментатор</b> ДВИГАЯСЬ ВОКРУГ БАЦИЛЛЫ. Н.Л.Резник .....	22
<b>Болезни и лекарства</b> ОЧЕРКИ КОМБУСТИОЛОГИИ: БЕЗУМНЫЕ ИДЕИ. Т.Г.Руденко .....	24
<b>Мемуары Игнобеля</b> ДОРОГОЙ ФУФЛОМИЦИН. С.М.Комаров .....	28
<b>Нанофантастика</b> ШАРЛАТАНСКОЕ ВРЕМЯ. Майк Гелприн .....	31
<b>Расследование</b> ЛЕЖИТ ЛИ ПУТЬ К СЕРДЦУ ЧЕРЕЗ НОС? А.И.Курамшин .....	32
<b>Размышления</b> ЭТОЛОГИЯ ЛЮБВИ. Д.А.Жуков .....	36
<b>Мысли о будущем</b> ПРАВДЫ НЕТ. Виктор Вагнер .....	40
<b>Планета Земля</b> ИСТОРИЯ С КЛИМАТОМ. С.А.Кувалдин .....	42
<b>Ученые досуги</b> «МНЕ ЖАЛЬ, ДОКТОР АЛЬБЕРТ...». Сидни Тоби .....	47
<b>История современности</b> БАЙКИ МОРСКОГО БИОЛОГА. Г.М.Виноградов .....	50
<b>Что мы съедим</b> КИНОА. Н.Ручкина .....	54
<b>Фантастика</b> АЛЧЕРЕ. Марина Аницкая .....	56
<b>Химики и лирики</b> ПСИХИМИЧЕСКАЯ ПСИВИЛИЗАЦИЯ. Владимир Борисов, Александр Лукашин .....	64

ИНФОРМАЦИЯ	23	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
КНИГИ	61	ПИШУТ, ЧТО...	62

# Зеленоградские начинания

Кандидат  
физико-математических наук  
**С.М. Комаров**

В марте этого года Фонд инфраструктурных и образовательных программ организовал для научных журналистов экскурсию по Зеленоградскому нанотехнологическому центру, задачи которого — создание инновационного комплекса для осуществления передовых разработок в нано- и микроэлектронике, а также выполнение функций бизнес-инкубатора, помощь в развитии компаний, только начинающих свой бизнес. Во время экскурсии удалось познакомиться с производственными линиями и разработками некоторых компаний центра. Вот на что обратил внимание наш корреспондент.

## Датчики и гироскопы

В подмосковном Зеленограде находится Московский институт электронной техники. За четверть века в условиях рыночной экономики на его базе возник целый инновационный комплекс. Во многом благодаря поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, также известного как фонд И.М.Бортника, он дал жизнь нескольким десяткам малых предприятий. Их работе помогает технологическая инфраструктура — разнообразные центры коллективного пользования, как для исследований, так и для производства микросхем, — которой управляет Зеленоградский инновационно-технологический центр. А в 2010 году корпорация РОСНАНО в сотрудничестве с институтом и этим центром создала Зеленоградский нанотехнологический центр. Он оснащен по последнему слову техники — очередное его подразделение, участок 3D-сборки, где создают объемные микросхемы, запущен в 2016 году — и в значительной степени обеспечивает нужды разработчиков и изготовителей электронных устройств настоящего и будущего. Иными словами, служит основой того самого конвейера инноваций, о котором говорилось в статье Д.А.Ковалевича и П.Г.Щедровицкого (см. «Химию и жизнь», 2017, 1).

Технологии микроэлектроники — дело недешевое, требующее сложного оборудования, особой чистоты и мер предосторожности. Малая компания создать такое производство не в состоянии, а заказать изготовление небольшой партии микросхем на крупном заводе очень нелегко. Зеленоградский наноцентр приспособлен как раз для выполнения малых заказов и, более того, может помочь разработчику воплотить в кремнии ту или иную идею.

Подобная деятельность требует и финансирования, и технических знаний. Помощь в решении этих проблем — вторая задача центра. Сейчас под его опекой находятся три десятка предприятий, продукция которых в той или иной степени готова для освоения рынка. Некоторые проекты оказались весьма успешными. Так, компания «PICASO», выпускающая 3D-принтеры для печати пластиком, стала значимым участ-



*Роман Матвеев держит в руке электронную плату, которая входит в комплекс управления работой светильника*

ником российского рынка таких устройств — годовой объем продаж перевалил за две тысячи штук. Самая современная модель принтера этой компании — Designer PRO 250 — способна одновременно печатать двумя полимерами. Например, одним из двух сопел можно напечатать водорастворимые элементы поддержки конструкции 3D-модели: потом эту ненужную часть растворяют, и останется только модель из одного вида пластика.

С помощью таких принтеров можно не только быстро сделать прототип элемента новой конструкции или деталь на замену, но и обучить школьников новому методу решения инженерных задач. Компания специально поставляет принтеры в школы: как оказалось, в стране крайне мало специалистов, способных создавать компьютерные трехмерные модели предметов, а без них трехмерная печать невозможна.

Чтобы расширить рынок 3D-печати, компания планирует заинтересовать своим устройством медиков. Здесь есть два направления. Первое — по распечатанной модели хирург может спланировать операцию, например, при лечении



Микросхемы, сделанные в Зеленоградском наноцентре

челюстно-лицевой травмы. Второе — печать протезов конечностей. Это особенно актуально, если речь идет о лечении ребенка — пациент будет расти, заменять протез придется часто, и трехмерная печать позволяет существенно сократить затраты.

Изготовление датчиков и сенсоров — одна из основных специализаций наноцентра. В числе прочих здесь серийно делают и устройства собственной разработки, например датчики и энкодеры положений. Их используют в разнообразных системах управления; именно они превращают поворот руля в сигнал, который затем идет в центральный процессор, а тот, в свою очередь, подает команду, скажем, электрогидроусилителю руля; в результате крутить баранку стало гораздо легче. В автомобиле имеется более десятка таких датчиков — они собирают и передают информацию о повороте коленчатого вала, об угле дроссельной заслонки, регулирующей подачу топлива, о частоте вращения колес и о многом другом — все эти данные после их обработки бортовым процессором повышают безопасность и снижают расход топлива. Высокотемпературные датчики для систем управления двигателями автомобилей и самолетов — одно из направлений производства зеленоградского наноцентра.

Другой тип датчиков — МЭМС-гироскопы. МЭМС означает «микроэлектромеханическая система». Сердце обычного механического гироскопа — вращающийся волчок; направление оси его вращения неизменно, а корпус прибора и соответственно тот объект, на котором он закреплен, благодаря системе подшипников может менять свою ориентацию относительно оси гироскопа. Поэтому, проводя измерения угла между осью и корпусом, можно установить ориентацию объекта — как космического корабля, так и, скажем, площадки сивгея или другого электросамоката. В МЭМС-гироскопе нет вращающихся частей. При его создании в толстой пластине кремния делают углубление, в котором на эластичных подвесах расположено инерциальное тело. Когда платформа с таким гироскопом-микросхемой движется, ускорения постоянно меняют положение этого тела, электроды фиксируют смещения, процессор пересчитывает их и определяет ориентацию платформы в пространстве.

## Голубь летит в голубятню

Датчики перемещений вместе с оптическими сенсорами и системой искусственного интеллекта — основа разработок инновационной компании зеленоградского наноцентра «МИРП — интеллектуальные системы». Эта компания начала с создания и производства робота-игрушки, похожего на

Все фото автора



РЕПОРТАЖ

Колобка из сказки, отсюда исходное название проекта — «Гиперколобок». Предполагалось, что домашний робот научится распознавать членов семьи и будет беседовать с каждым из них в том стиле, который нравится данному человеку. Для решения задачи в «Колобка» встроили систему обучения на нейронной сети и систему распознавания визуальных образов. Робот понравился инвесторам, на развитие компании было выделено финансирование. Но тут ударил кризис, зарубежные комплектующие взлетели в цене, и робот так подорожал, что надежды на скорый рыночный успех испарились. Тогда, по совету старших товарищей, создатели «Гиперколобка» обратились к другому сектору рынка робототехники — производству беспилотных летательных аппаратов, или дронов. Кризис его не затронул, наоборот, этот сектор продолжает интенсивно расти: в 2015 году в РФ продали сто двадцать тысяч дронов.

Такие роботы, изготовленные самыми разными компаниями, трудятся в сельском хозяйстве, инспектируют леса на предмет пожаров, проверяют состояние протяженных объектов — линий электропередач, трубопроводов, отыскивают разливы нефти и выполняют еще множество функций. Есть идеи доставлять по воздуху с помощью дронов небольшие грузы, как это делают американские интернет-магазины, а некоторые смельчаки надеются даже перевозить людей. Считается, что из-за огромных размеров страны ежегодной прибавки в десятки тысяч дронов еще и не хватает. Более того, потребность станет больше, если ослабнут законодательные ограничения на использование дронов, которые сейчас, по сути, приравнены к полноценным самолетам — их регистрацией ведают Росавиация и ФСБ. А коль скоро есть потребность в изделии, можно надеяться найти свою рыночную нишу. В качестве таковой компания выбрала модернизацию системы ориентации беспилотников.

Вот одно из слабых мест дрона. Он летит по маршруту, выполняет полетное задание, а потом должен вернуться на базу и при этом для ориентации использует данные спутника системы навигации. Но бывает так, что связь со спутником прерывается, и тогда дрон может потеряться. Датчики ориентации, видеокамера и процессор для распознавания изображений помогут роботу постоянно и независимо от спутника определять свое положение в пространстве. Для этой проблемы пригодились наработки, созданные для робота-игрушки: распознавание лиц проходит по алгоритму, аналогичному распознаванию объектов на фотографии. Но оказалось, что визуальной картинки мало — полет над лишенной ориентиров территорией, например над озером или заснеженным полем, приводит такого робота в замешательство. Резервной системой служат датчики направления, показания которых постоянно заносятся в память во время полета. С помощью этой информации дрон всегда найдет дорогу домой.

## Работа с электричеством

Зеленоградский наноцентр финансирует не только производство датчиков. Важная задача — поиск конкурентоспособных

решений, которые могли бы стать основой для самокупаемой компании. Например, разработка системы управления электроосвещением — это скорее электротехника, чем нанотехнологии, однако развитие такого решения компанией «Hidden Energy» как раз и получило поддержку.

Все жители городов и даже обитатели коттеджных поселков спят при включенных уличных фонарях. Это плохо по двум причинам. Прежде всего, освещение безлюдных улиц — неоправданный расход электроэнергии, за который потребителю приходится платить немалые средства. Есть у проблемы и другой аспект, на него лишь недавно стали обращать пристальное внимание. Это световое загрязнение окружающей среды: подсветка в темное время суток вредна для всех живых существ, эволюционно приспособленных к смене дня и ночи. В частности, у человека только в полной темноте вырабатывается важнейший гормон мелатонин, способствующий здоровью и долголетию. В городе, даже в плотно зашторенной квартире, создать полную темноту невозможно, что приводит к хроническому недостатку мелатонина у жителей развитых стран.

Грамотное управление светом фонарей, при котором интенсивность свечения не постоянна, а зависит от времени ночи или интенсивности движения по улицам (ее могут отслеживать датчики движения), дает шанс уменьшить оба негативных эффекта. Однако для этого нужно прокладывать управляющую электрическую сеть, отдельную от питающей, и создавать диспетчерские пункты, отсюда дополнительные затраты. Поэтому не только городские власти, но и руководящие органы коттеджных поселков редко применяют методы оптимизации уличного света. В компании «Hidden Energy» нашли решение — благодаря созданным ими контроллерам управляющий сигнал подается по тем же проводам, что питают сами источники света, причем не только светодиодные, которыми управлять проще, но и более распространенные галогеновые.

Как это делается? К светильнику присоединена относительно недорогая микросхема. С помощью контроллера ее настраивают на определенный режим работы — сообщают, например, через какое время после включения можно считать, что поток пешеходов иссяк и следует уменьшить яркость свечения, а то и вовсе выключиться. Можно при этом перейти на управление от датчика движения — его подключают к микросхеме, и фонарь загорится, когда что-то движущееся появится в поле зрения датчика. При большом количестве светильников их разбивают на группы и каждой задают свой режим работы. В отлаженном режиме система функционирует без участия человека. Практически отпадает необходимость в диспетчерской — если контроллер подключен к Интернету, то работой как системы в целом, так и каждого фонаря в отдельности можно управлять с помощью смартфона из любой точки земного шара. Пробные системы уже установлены на одной улице Астрахани, в нескольких поселках, и сейчас инженеры анализируют данные по эффективности системы для экономии энергии. По предварительным оценкам, экономия оказывается существенной — до 60%.

Обеспечение энергией мощных приборов — тоже чистая электротехника; источник питания не так уж трудно собрать из имеющихся на рынке электрических устройств, соединив их оригинальной схемой. Однако такое изделие может оказаться очень нужным, как это получилось с источником питания для рентгеновских аппаратов, которыми занимается компания «EnPulse». Дело в том, что такой аппарат требует много электричества, десятки киловатт, но в течение нескольких секунд. Если питать прибор из электрической сети, требуется электричество большой мощности, а это означает расходы на более качественную проводку и непростые переговоры с электрической компанией и регулирующими органами. Поэтому частным кабинетам диагностики, не



*Электронные мозги, разработанные компанией «МИРП — интеллектуальные системы», помогут дрону найти дорогу домой*

имеющим собственных помещений, — а таких, например, в Москве более 90% — приходится тратить немалые деньги на обустройство чужой недвижимости. Однако можно собрать источник питания на суперконденсаторах — эти устройства, в отличие от аккумуляторов, как раз и предназначены для того, чтобы быстро отдавать запасенную энергию. Получая электроэнергию из обычной сети с лимитом мощности в 10 кВт, такой источник за десять минут наберет 90 кДж энергии. Рентгеновскому аппарату этого с лихвой хватит на несколько исследований. Дополнительное преимущество суперконденсатора — способность выдерживать до миллиона циклов «зарядка-разрядка» без ущерба для емкости, что недоступимо для аккумуляторов. Компания только начала свою деятельность, но первый собранный источник сразу же был продан, а за следующими выстроилась очередь. Кстати, источники питания для рентгеновских установок нужны не только медикам.

## Помощь в лечении

Источник питания для рентгеновской установки имеет опосредованное отношение к медицине — его можно использовать и для других целей. А непосредственно для медиков создано портативное устройство для ДНК-диагностики. Давно минули времена, когда полимеразная цепная реакция — многократное копирование единичных фрагментов ДНК, позволяющее получить их в количестве, достаточном для анализа, — была супертехнологией, доступной лишь ведущим лабораториям. Теперь и копирование, и анализ можно поручить компактному прибору со сменным одноразовым картриджем, содержащим эталоны и реактивы. Эту идею воплотили инженеры из компании «Максиген». Их прибор так обрабатывает загруженный



*Повязка с материалом на основе хитозана благодаря особым свойствам этого биополимера очень быстро останавливает кровь. В ближайшем будущем такие повязки могут заменить жгут в аптечках автомобилистов, туристов и других людей, чья деятельность связана с риском получения раны*

в него образец крови пациента, чтобы все содержащиеся в нем клетки распались и молекулы ДНК вышли в раствор. После этого можно провести анализ — выяснить, имеется ли в пробе ДНК соответствующая эталону, взятому из сменного картриджа. Размер картриджа — с визитку, время анализа — около 20 минут. А распознать он может одну-единственную болезнетворную бактерию, если ее ДНК оказалась в образце. Работать с прибором несложно — им предполагают оснащать не крупные больницы, а сельские клиники и фельдшерские пункты. Цель — сокращение времени на установление диагноза, ведь сейчас подобные анализы проводят в районном центре, и процедура растягивается на несколько дней.

Теоретически прибор может работать не только с кровью, но и с любым образцом и искать в нем любые фрагменты ДНК, однако пока создано лишь два картриджа для анализа крови — на туберкулез и на три вида половых инфекций. От этих болезней сильно страдают страны третьего мира, и прибор ориентирован именно на их рынок. Российский же рынок пока считается не очень перспективным, поскольку действующая система закупок оборудования и расходных материалов, по оценкам специалистов компании, мало способствует внедрению подобного рода инноваций.

Ориентация на внешний рынок, диктующая набор диагностикума, огорчает, ведь есть применения для такого прибора и в нашей большой стране. Многие болезни действительно не терпят отсрочки при установлении возбудителя. Это прежде всего воспаление легких. Из-за распространения бактерий, устойчивых к антибиотикам, лечение, казалось бы, ставшей несмертельной болезни порой оказывается трудной задачей: неверно выбранный антибиотик способен затормозить ее развитие, и человек умирает за считанные дни при внешне правильном лечении. Традиционно, когда лекарство не помогает, врачам приходится выращивать культуры поразивших пациента бактерий и на них подбирать верный препарат, однако это требует времени и квалификации. Другая разновидность опасных бактерий, распознавать которые желательно как можно быстрее, — те, что вызывают кишечные инфекции. Хороший автоматический диагностикум, поставленный в отечественные клиники, помог бы делу.

С аналогичной проблемой невосприимчивости отечественной системы к новым препаратам столкнулись изобретатели перевязочных материалов из нановолокон на основе хитозана. Их первый успешный продукт, запущенный в массовое производство — салфетки «ХитоПран» для производства которых при помощи Российской венчурной корпорации была создана компания «Наполи». Эти салфетки помогают лечить разного рода раны. Клетки воспринимают волокна хитозана



как естественный субстрат для роста, и за несколько дней салфетка врастает в тело. Но это не страшно, ведь хитозан растворяется, и получается нормальная кожа без шрамов. Не нужно делать перевязки, отрывая старые бинты и мешая заживлению раны (эта процедура не только мучительна для пациента, но и вредна, см. «Очерки комбустиологии» в этом и предыдущих номерах «Химии и жизни» за 2017 год); новую салфетку раз в несколько дней накладывают на место уже вросшей. Отечественная разработка вызывает интерес за рубежом, международные выставки приносят разработчикам новые деловые контакты. Этими салфетками лечат не только боевые и бытовые раны, но также трофические язвы, пролежни и ожоги. Вот только в клинической практике, несмотря на разрешения и на доказанную эффективность — экономию затрат на перевязки и сокращение времени пребывания пациента в больнице, — такие салфетки у нас применяют крайне редко. Правда, партнеры компании продают их в своем интернет-магазине.

А другое хитозановое новшество проходит клинические испытания. Это кровоостанавливающая повязка «Элларга». Хитин и хитозан для остановки крови применяют с незапамятных времен. Хитозан отлично впитывает влагу, а кроме того, обладая электрическим зарядом, его волокна удерживают белки и клетки крови. В результате под повязкой быстро образуется искусственный тромб. При испытаниях на баранах эта повязка безо всякого жгута останавливала кровотечение из бедренной артерии — человек при подобном ранении умирает от потери крови через несколько минут! Если испытания пройдут удачно и повязка будет разрешена к использованию, она сможет заменить в аптечках первой помощи традиционные жгуты для остановки кровотечения.

Данная разработка не уникальна, в странах Евросоюза подобными повязками давно укомплектованы те же аптечки автомобилиста. Однако это важный элемент импортозамещения, тем более что композиция из хитозана и других биополимеров, составляющих основу повязки, запатентована. Во всяком случае, Зеленоградский наноцентр оценил перспективы этой разработки и оказал поддержку созданной для ее реализации компании «НОБР».

Все перечисленные компании находятся на разной степени развития. Перспективы же начинающей компании, которую берет под свою опеку Зеленоградский наноцентр, таковы. Сначала его специалисты оценивают идею, то есть проводят патентное и маркетинговое исследования. Затем следует выбор стратегии, планирование бизнеса, определение субподрядчиков. Далее решается самый важный вопрос — реализация бизнес-плана, для чего привлекают сначала так называемое посевное финансирование, а потом находят стратегического инвестора. На последней стадии наноцентр выходит из проекта, продавая свою долю в его капитале. Так обеспечивается непрерывный круговорот идей и финансов, принося прибыль и создавая новые технологии и рабочие места для людей высокой квалификации.



# Неон: факты и фактики

**Как открыли неон?** В отличие от большинства химических элементов, неон искали строго по науке. После открытия гелия и аргона в 8-й группе таблицы Д.И. Менделеева возникла пустая клетка между этими элементами. Неудивительно, что сразу двое исследователей, француз Лекок де Буабодран в 1895-м и англичанин Уильям Рамзай в 1897 году предположили, что ее занимает еще один инертный газ с атомным весом 20. Рамзай не ограничился предположением и довел дело до конца, а помогло ему то обстоятельство, что люди уже научились получать жидкий воздух. Вот как Рамзай описывает свое открытие (подробности можно найти в июльском номере журнала за 1968 год с помощью Пополняемого архива «Химии и жизни»): «...Д-р Гампсон (один из создателей технологии сжижения газов. — Примеч. ред.) прислал нам еще жидкого воздуха; это дало возможность перевести аргон в жидкое состояние; теперь он представлял собой прозрачную, как вода, подвижную жидкость.

При перегонке смеси воды и этилового спирта первые порции содержат почти чистый спирт; та жидкость (обычно спирт), которая кипит при более низкой температуре, испаряется раньше; затем следуют смеси спирта и воды, а в конце идет чистая вода. Этот всем известный способ подсказал нам путь для открытия наиболее легкого газа этой группы; его должна была содержать та «порция», которая раньше испаряется. Первые газовые пузырьки мы собирали отдельно — и не обманулись в ожиданиях. Спектр получился блестящий, безусловно новый; трубка светилась ярко-красным светом, происходившим от большого числа красных линий.

Когда мы в первый раз просматривали спектр, около нас крутился мой двенадцатилетний сын.

— Папа, — спросил он, — как называется этот красивый газ?

— Это еще не решено, — ответил я.

— Он что, новый? — продолжал спрашивать мальчик.

— Новооткрытый, — возразил я.

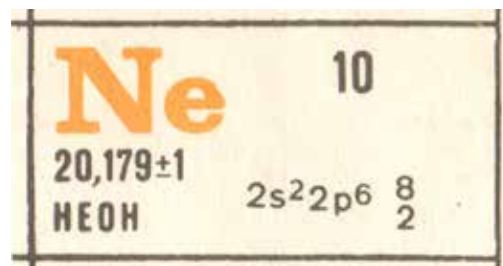
— А почему бы его в таком случае не назвать “novum”?

— Не подходит, это не греческое слово, — ответил я. — Но мы назовем его “неон”; это по-гречески означает “новый”.

Вот таким образом газ получил свое название».

**Почему неон стал символом световой рекламы?** Этот газ дает в разряде удивительно сильный красно-оранжевый свет, тот самый, что так поразил сына Рамзая. Произвел впечатление этот газ и на многих изобретателей, но вплоть до возникновения промышленности сжиженных газов использовать неон было невозможно — ведь он получается при перегонке жидкого воздуха. Но вот в 1902 компания «Эр ликвид», основанная французским изобретателем Жоржем Клодом, начала промышленный выпуск неона, а в 1904 году американский изобретатель Дэниэл Мур придумал газоразрядную лампу — трубку Мура, — в которой светился азот. Клод воспользовался идеей Мура — создал свою лампу, заполненную неоном, и продемонстрировал ее в 1910 году на автомобильной выставке в Париже. В 1912 году первая неоновая вывеска появилась на парикмахерской бульвара Монпарнас. Мировая война помешала бизнесу в Европе, но уже в 1919 году Парижская опера засияла красными — неоновыми — и голубыми — аргоновыми — огнями. Но еще в 1915 году Клод получил американский патент, обеспечивший его компании монополию на поставку неоновых ламп. Монополия очень пригодились — яркие светящиеся трубки, которым можно было придавать самые замысловатые формы, стали основой рекламных вывесок на всей территории США, а после войны завоевали весь мир. Затем на смену им пришли вывески на светодиодах.

**Какие еще технологии света созданы с помощью неона?** Неоновый свет после исчезновения неоновых реклам не пропал совсем. Во-первых, некоторые дизайнеры стараются возродить ретротрубки в современных проектах. А во-вторых, у неоновой лампы есть интереснейшее свойство: порог ее свечения столь мал, что его может вызвать сильное электрическое поле. Поэтому неоновые лампы используют в качестве индикаторов электричества — напряженность поля, при которой индикатор срабатывает, то есть, начинает светиться, задается формой электродов. Кроме того, подобные лампы размещают на проводах линий электропередач, и они

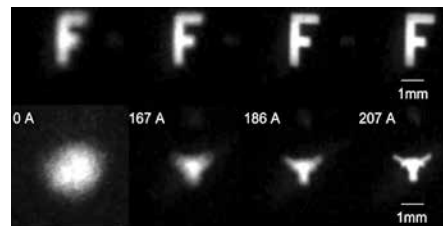


светятся без подвода дополнительной энергии. Это нужно для того, чтобы низко летящие самолеты не задевали за провода. С той же целью неоновые лампы размещают и на высотных строениях. Неон хорош еще и тем, что светит в том самом диапазоне, который слабо поглощается атмосферой, то есть его красное свечение хорошо видно на больших расстояниях.

Еще одна схожая область применения неона — гелий-неоновые лазеры. В них неон составляет пятую часть рабочего тела, но именно ему гелий передает возбуждение, и возбужденный неон потом излучает свет. Такие лазеры есть в научных приборах, их используют в голографии, для считывания штрихкодов и во многих других областях вплоть до облучения семян, чтобы улучшить их всхожесть. Такой же лазер американская компания «Пионер» установила в первом проигрывателе лазерного видео-дисков.

У неона был шанс завоевать обширный сектор рынка, когда появились плазменные экраны, где в качестве пикселя использовали миниатюрные газоразрядные лампы, в частности неоновые. Но жидкокристаллические экраны быстро вытеснили плазму.

**Зачем неон в космосе?** Многие космические приборы, впрочем, как и наземные, требуют сильного охлаждения — при низкой температуре исчезают тепловые шумы, падает уровень фона, и в результате, например, детектор



Если через электромагнитную линзу пропустить сильный ток, то пролетающая сквозь нее струя сверххолодных атомов неона так сфокусируется, что на уменьшенном изображении будут видны мельчайшие детали. А если ток малый, то изображение расплывется. В качестве шаблона американские физики из Техасского университета использовали пластину с прорезями в форме буквы F и головы техасской коровы («Journal of Chemical Physics», 2017, 146, 081102, doi: 10.1063/1.4976986)



Знаменитое парижское кабаре расцвечено неоновыми огнями



ЭЛЕМЕНТ №...

телескопа может различить свет гораздо более слабой звезды. Неон обладает одновременно низкой температурой кипения — ниже только у водорода и гелия — и высокой теплоемкостью: он поглощает тепло в три раза лучше, чем гелий. Поэтому жидкий или твердый неон либо сам служит охладителем, либо прилагается к гелиевому охладителю в качестве теплового буфера — для поглощения внезапных выбросов тепла («*Physics Procedia*», 2015, 67, 1193—1198; doi: 10.1016/j.phpro.2015.06.188). Нужен такой буфер и для стабилизации работы криосистем, обеспечивающих низкотемпературную сверхпроводимость. Вообще, в середине XX века криогенные приложения неона опередили по объему использования рекламные лампы.

**Что такое неоновая матрица?** При замораживании неона в него можно ввести молекулы различных веществ и далее заняться изучением различных электронных переходов в таких холодных молекулах либо непосредственно химией сверххолодного состояния. В последнем случае молекулы возбуждаются с помощью высокоэнергетического облучения, при этом разрываются одни связи между атомами и возникают другие. Помимо неона для таких опытов используют и другие замороженные инертные газы.

*При изучении слоистой структуры из полиэтилена и политетрафторэтилена микроскоп с ионами неона показал переменное распределение содержания фтора, что позволило увидеть слою*

**Что такое неоновый микроскоп?**

Возможное новейшее применение неона — так называемая атомная оптика. Она появилась после того, как физики научились работать со сверххолодными атомами; такие атомы ведут себя подобно волне де Бройля с соответствующей длиной волны — весьма маленькой, если сравнивать со светом. Работая методами атомной оптики с пучками нейтральных атомов, в частности с неонам, можно получать изображения на фоторезисте с высокой точностью деталей («*Вестник Российской академии наук*», 2011, 81, 4, 291—315). Это, впрочем, требует отладки всей аппаратуры для управления атомными пучками — линз и зеркал.

Другое возможное применение неона — ионная микроскопия. Этот метод разрабатывают для изучения трехмерной структуры материалов, главным образом органического происхождения. Пучок ускоренных ионов направляют на поверхность образца, при ударе они выбивают ионы элементов, которые находятся в исследуемом материале, а детектор их собирает и определяет, что это за элемент и с какой глубины он прилетел. Так можно построить трехмерную карту распределения концентраций элементов и выявить внутреннее строение образца на глубину в сотни нанометров. В недавних опытах («*Beilstein Journal of Nanotechnology*», 2016, 7, 1749—1760; doi: 10.3762/bjnano.7.168) ионы неона давали более четкий профиль концентрации исследуемых атомов в искусственно созданной слоистой

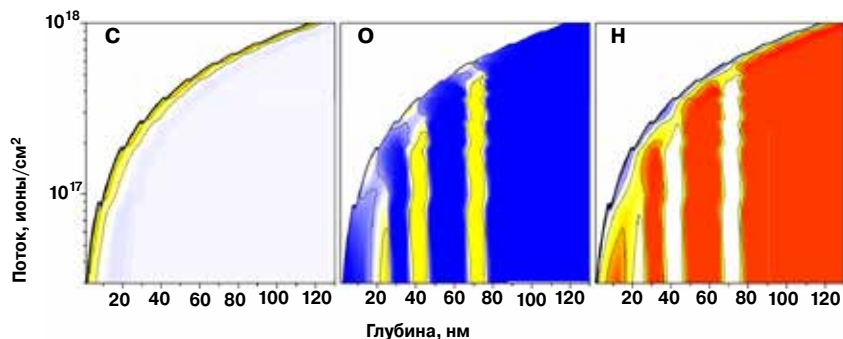
структуре, чем гелий, при этом их было достаточно разогнать всего до 1 кэВ, а более тяжелый аргон для получения того же результата приходилось разгонять до 20 кэВ. В итоге неон меньше разрушает образец, а это важно для исследования биологических тканей. Есть также идеи использовать ионы неона для вытравливания на поверхности графена различных структур («*Nanotechnology*», 2016, 27, 12, 125302; doi: 10.1088/09574484/27/12/125302).

**Существуют ли химические соединения неона?**

Неон химически крайне неактивен, поэтому, в отличие от тяжелых инертных газов вроде ксенона, он не создает полноценных молекул. Однако химические соединения с неонам известны — как правило, они возникают благодаря силам Ван дер Ваальса, когда неон осваивает какие-то поры внутри твердого вещества. Так, неон может находиться внутри фуллеренов, во льду или в порах цеолитов. Интересно предполагаемое происхождение неона в фуллеренах метеоритов — углистых хондритов. Изначально, после взрыва сверхновой, в них попал радиоактивный натрий-22, а потом он превратился в неон-22 — вот почему этого газа в метеоритах в тысячу раз больше, чем в земных породах.

Кроме того, неон образует ионные кластеры с металлами: несколько ионов неона соединяются с атомом металла либо с ионом металла соединяются несколько атомов неона. В 2015 году удалось получить и соединение неона с металлоганическим координационным полимером. В таких полимерах атомы металла и органические молекулы образуют сеть из чередующихся пор; их используют как катализаторы, для хранения и разделения и газов. Попытки создать их соединения с неонам преследуют две цели: во-первых, выяснить детали взаимодействия его атомов с различными элементами, а во-вторых, получить материал, способный извлекать неон из воздуха без сжижения последнего. Для криптона и ксенона аналогичные селективные сорбенты уже существуют, а получить неон таким сравнительно дешевым способом пока не удастся.

**А. Мотыляев**



# На германиевой подложке

**А.В. Наумов,**

Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет»

## Начало германия

Ровно семьдесят лет назад, в 1947 году, произошло историческое событие, которое определило дальнейшее развитие цивилизации вплоть до ее современного состояния — с компьютерами, сотовыми телефонами, Интернетом, в общем, со всем тем, что называют технической основой информационного общества. Это событие — изготовление первого точечного транзистора. Его собрали американские физики Уолтер Браттейн и Джон Бардин, работавшие в компании «Bell Telephone Laboratories». Подложкой послужил не привычный сегодня кремний, а германий. Этот транзистор показал огромные возможности твердотельной микроэлектроники, однако первая конструкция — полупроводник с прижимным точечным металлическим контактом — оказалась неудачной, и далее использовали не ее, а ныне всем знакомый вариант с тремя плоскостными электродами — входящим, выходящим и управляющим.

Конечно, созданию приборов предшествовали получение и исследование свойств полупроводниковых материалов. В США толчком к их изучению стала потребность в кристаллических детекторах — прежде всего, огни требовались при изготовлении радиолокаторов. Для их разработки и производства Национальному совету оборонных исследований США к 1942 году понадобились материалы с полупроводниковыми свойствами, которые можно изготавливать в значительных количествах, с высокой степенью чистоты и легко обрабатывать. Выбор был невелик: кремний, германий и сульфид свинца. Карл Ларк-Горовиц из Университета Пердью предположил (и, как показало время, был прав), что, невзирая на редкость и трудность получения германия, именно он, по совокупности исследованных на тот момент свойств и уровню чистоты, достижимому при имевшейся технологии, — лучший кандидат на эту роль. Соответствующее решение было принято, и пять лет спустя появилась полупроводниковая электроника, заменившая в конце концов ламповую.

## Германиевая скудость

Главная проблема германия состоит в том, что это крайне рассеянный элемент. В земной коре его не так уж и мало — больше, чем серебра, но месторождений германия нет, более-менее различимые следовые количества — десятки и сотни граммов на тонну — отмечены в цинковых, свинцовых, медно-цинковых рудах и угле. Извлекают оттуда германий разными способами. Например, при обжиге медной руды многочисленными металлическими примесями зачастую дают летучие соединения с кислородом и серой, а затем по мере остывания отходящих газов конденсируются в трубе, создавая пыль. Из такой пыли можно извлекать золото, серебро, рений и многие другие ценные элементы — в том числе и германий. Аналогичным образом при сжигании углей получается летучий монооксид германия, который конденсируется на пылинках золы, улета-



Слева — монокристалл германия, а справа — поликристалл

ющей в трубу вместе с продуктами сгорания. Эту золу также можно собрать. А при выплавке цинка германий никуда не улетает, но остается в огарке.

В рудах, которые встречались на территории СССР, содержание германия оказалось маленьким, поэтому в качестве его источника выбрали угли. На западе страны германиеносные угли были обнаружены в Луганской области, а на востоке сосредоточились основные запасы: на Сахалине — Павловское месторождение (общие ресурсы германия в восьми группах угольных пластов — 1000 т, содержание — 450 г/т) и Новиковское (1600 т, содержание Ge — 700 г/т), в Бурятии Тарбагатайское (350 т, содержание Ge — 53 г/т). Еще есть пока не разрабатываемое дальневосточное Шкотовское месторождение (880 т, содержание Ge рекордное — 1043 г/т), Раковское, в геологическом отношении часть Шкотовского (380 т, содержание Ge — 230 г/т), Бикийское (2600 т, содержание Ge — 300 г/т).

А применять германий впервые начали в 20-х годах: его диоксид добавляли в стекло, причем изменялись его дисперсия и показатель преломления света. И сегодня стекла с высоким содержанием германия используют в инфракрасной технике, а также в производстве волокон для оптического кабеля.

## Германий на Донбассе

Примерно в то же время, что и в США, то есть в конце 40-х годов, Государственный институт редкометаллической промышленности (Гиредмет) начал работы по промышленному обеспечению германием советской твердотельной микроэлектроники. Сам же Гиредмет был создан постановлением Президиума ВСНХ СССР от 6 сентября 1931 года. Объектами исследований и разработок института стали более 30 элементов Периодической системы, и за две предвоенные пятилетки институт создал отечественную промышленную базу многих редкометаллических соединений, устранив таким образом зависимость от импорта.

По проблеме германия серьезные исследовательские работы начались еще до войны как во Гиредмете, включая его украинский филиал Укргиредмет, так и в Всесоюзном НИИ минерального сырья (ВИМС), Институте горючих ископаемых (ИГИ). Германий искали везде: в рудах цветных металлов, в коксующихся и энергетических углях, железных рудах, отходах различных заводов и электростанций. Американцы добывали германий из цинковых руд, но советские цинковые руды оказались бедны этим элементом, так что опереться на зарубежный опыт не удалось. Поэтому ВИМС и Гиредмет сосредоточили

внимание на совершенно новом способе — извлечении германия из отходов коксохимического производства. Именно в них обнаружили наибольшее количество германия.

Напомним технологию металлургического производства. При выплавке таких массовых металлов, как железо или медь, руду смешивают с углеродом — он восстанавливает металл. Источником углерода служит уголь, но из-за примесей его нельзя просто добавлять в печь. Уголь сначала обрабатывают — нагревают в коксовой батарее, защищенной от доступа воздуха, до высокой температуры; при этом удаляются вода, летучие углеводороды и часть соединений серы. Очищенный уголь — кокс — уже можно засыпать в печь, он не сильно загрязнит металл серой, а при горении не станет выделять едкий дым. Отходящие газы коксовой батареи частично сжигают, получая энергию для разогрева печей или работы электростанций, а частично гасят водой. Из нее затем осаждают конденсировавшиеся фракции — каменноугольную смолу, а также очищают воду от многих других соединений, органических и неорганических.

Именно в таких, надсмольных, водах коксохимических заводов Донбасса в 30-х годах специалисты ВИМСа и нашли германий, причем в довольно больших количествах, и под руководством Ивана Васильевича Шманенкова (он стал директором ВИМСа в 1943 году, через шесть лет после ареста предыдущего директора, члена-корреспондента АН СССР Н.М.Федоровского) создали технологическую схему. В ней было использовано свойство танина связывать даже исчезающе малые количества германия. В 1940 году в УкрГиредмете оборудовали полупромышленную установку для извлечения германия из надсмольных вод. На ней в начале 1941 года получили первые десятки граммов технической двуокиси германия, которые были переданы в ленинградский Государственный оптический институт для исследования.

Война прервала эти работы; их удалось возобновить только в 1947 году. Потребность в германии росла, нужно было искать новые источники сырья, придумывать схемы для извлечении следовых количеств этого элемента, его концентрирования и последующего получения чистого диоксида, а затем и полных монокристаллов для подложек микросхем.

## Сибирский германий

В 1951 году в Гиредмете создается специализированная лаборатория германия, которую возглавила Наталья Матвеевна Эльхонес. Она со своими коллегами проанализировала предыдущие попытки получать германий не только из коксующихся углей, но также из золы от сжигания энергетических углей, из продуктов переработки железной руды и технологических бурь углей — аргиллитов. В конечном счете угли признали наиболее подходящими источниками. Уже в 1952 году Эльхонес, Шманенков и другие участники многолетней работы во главе с заместителем директора Гиредмета профессором Н.П.Сажиным стали лауреатами Сталинской премии за «выявление сырьевых ресурсов, разработку и освоение технологии производства нового типа промышленной продукции». Н.П.Сажин (его избрали членом-корреспондентом АН СССР в 1953 году, а действительным членом — в 1964-м) сыграл важнейшую роль в создании науки и промышленности полупроводников в СССР. На протяжении сорока лет он руководил поиском решений сложнейших проблем в технологии сурьмы, индия, германия, кремния, титана и методах их анализа. Научные разработки он начинал, как правило, заблаговременно, что позволяло институту в короткие сроки выполнять задания по организации новых производств.

В 1959 году на Медногорском медно-серном комбинате (его директором в то время был Александр Адольфович Бурба; при его активном участии были созданы технологии извлечения ценных элементов из пыли медеплавильного производства



и золы от сжигания углей) ввели в действие цех, который стал выпускать германиевый концентрат в промышленных масштабах. Технология была разработана Гиредметом с уральским Унипроммедью. Затем концентрат перерабатывали на Красноярском заводе цветных металлов. В дальнейшем удалось найти угли, зола которых была гораздо богаче, чем многие другие источники — уже упомянутые новиковские и тарбагатайские. Их разработка к 60-м годам помогла решить проблему импорта германия, а к началу перестройки СССР по объему производства этого элемента занимал первое место в мире, экспортируя почти половину продукции.

Получение германия в СССР сосредоточилось в двух регионах — на Донбассе и в Восточной Сибири. В первом регионе сырьем служили все те же надсмольные воды сожженных луганских углей, откуда германий извлекали на Северодонецком химико-металлургическом заводе, а затем отправляли на переработку в Запорожье. Это производство просуществовало до окончания перестройки, затем, вплоть до 1996 года, был перерыв, пока старую технологию в Донецке не восстановили на новом оборудовании. В 2007 году в Запорожье из этого сырья при наличии заказов могли получать до 6 тонн германия в год, полностью уходящих на экспорт, то есть примерно 7% мирового производства.

Дальневосточные угли сжигали на ТЭЦ-2 в Чите, где было создано предприятие по сбору обогащенной германием золы. Ее перевозили вначале на Медногорский медно-серный комбинат, а с 1962 года — в Узбекистан на Ангренский химико-металлургический комбинат, где получали обогащенный концентрат. Потом его отправляли на переработку в Красноярск или Запорожье. Считается, что огромные расстояния, на которые транспортировалось сырье, сделали эту технологию малорентабельной: в 1990 году германиевый цех в Красноярске хотели закрыть. Однако начальник цеха О.И.Подкопаев и работники предприятия этого мнения не разделяли и с согласия руководства отделились от завода. С тех пор их предприятие, так и названное «Германий», производит высокочистый элемент и его соединения.

В 1992 году прекратилась добыча на Новиковском разрезе, Читинская ТЭЦ перестала отгружать золу, а тарбагатайский уголь стали сжигать на обычных ТЭЦ, хотя наиболее ценные германиевые пласты законсервировали. Предприятие осталось без сырья, и в 1994 году производство собственного германия в РФ прекратилось — началась переработка импортного сырья. Но в 2001 году оно возобновилось, в частности, за счет золы углей Павловского разреза из Приморского края и Кормаковского разреза с Сахалина. Например, основанное в 2006 году ООО «Германий и приложения» собирает зольные уносы с повышенным содержанием Ge в местах, где сжигают угли Павловского разреза. Сейчас в РФ изготавливают 8—10 тонн германия в год из собственного сырья и приблизительно столько же перерабатывают в готовую продукцию из различных германийсодержащих отходов со всего мира.

## Германий в монокристалле

В промышленности используют как чистый германий, так и его соединения. Диоксид германия — а именно его и получают после всех очисток германиевого сырья — служит катализатором при полимеризации полиэтилентерефталата для пластиковых бутылок и искусственных волокон (на эти нужды идет до 20% германия), его также добавляют в стекла инфракрасной оптики (30%). Высокочистый тетрахлорид германия используют при производстве оптического волокна (20%). А кристаллический германий нужен в электронике и энергетике как основа приборов ночного видения и солнечных батарей (20%). Но так было не всегда. На заре твердотельной электроники именно монокристаллический германий был главной составляющей микросхем — на них расходовалось до 80% этого элемента, — поэтому важнейшим конечным продуктом германиевой технологии стали монокристаллы.

Такие монокристаллы выращивают методом Чохральского: в расплав вводится затравка, а затем ее медленно вытягивают из тигля вместе с нарастающим кристаллом. Ян Чохральский знаменит тем, что, окончив Берлинский университет, в 1919 году стал одним из основателей и президентом Немецкого общества наук о металлах, затем переехал в Варшаву, а во время войны разрабатывал гранаты для Армии Крайовы. Монокристаллами он не занимался, но, как гласит легенда, работая в 1916 году в лаборатории компании AEG, случайно открыл интересное явление: он уронил ручку в тигель с оловом, а когда достал ее, обнаружил, что к перу прилипла тонкая оловянная нить. Проведя опыты, исследователь получил монокристаллическую нить, о чем и рассказал в «Zeitschrift für Physikalische Chemie» 1918 года. Спустя три с лишним десятка лет метод оказался востребованным электронной промышленностью — именно так стали выращивать монокристаллы германия и кремния. В 1948 году сотрудники «Bell Telephone Laboratories»



Германиевая линза для инфракрасной оптики

Гордон Тил и Джон Литтл первыми использовали метод Чохральского для получения монокристаллов германия. В конце 1949 года к ним присоединился Эрнест Бюлер, который усовершенствовал первую лабораторную установку для этого метода и запатентовал ее различные варианты.

Лабораторные исследования выращивания монокристаллов начались в СССР тогда же, когда было организовано производство германия, и шли параллельно в нескольких институтах. Именно на подложках, сделанных из экспериментальных монокристаллов, — а их для своих нужд выращивали в ленинградском Физико-техническом институте им. А.Ф.Иоффе, — в 50-х годах Жорес Иванович Алферов получил первые советские плоскостные диоды и триоды. Вначале *p-n*-переходы изготавливали методом выращивания из расплава, затем была разработана технология их формирования вплавлением индия в германий *n*-типа. Сейчас этот метод называется «жидкостная эпитаксия». С помощью таких устройств были сделаны первые в стране полупроводниковые радиоприемники — событие столь важное, что их продемонстрировали в июне 1953 года в ЦК КПСС и в Президиуме АН СССР. В декабре 1955 года на заводе «Светлана» организовали первый в стране специализированный цех по серийному производству полупроводниковых триодов.

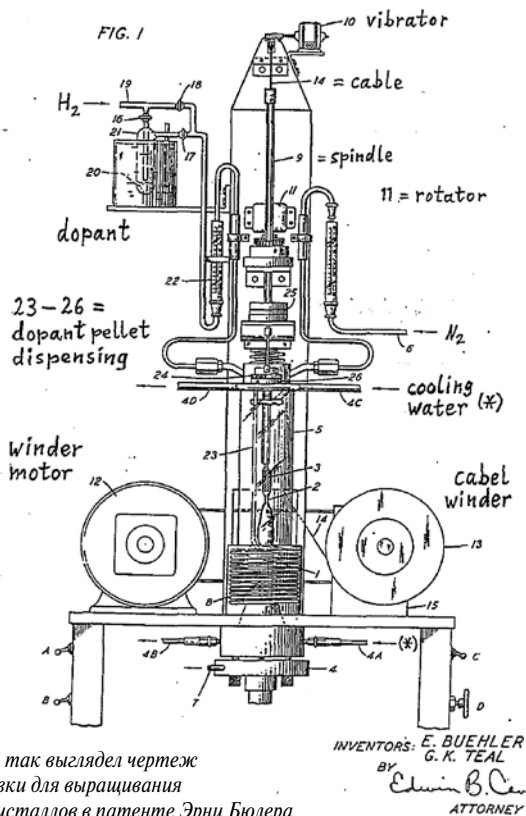
А первые промышленные монокристаллы из отечественного сырья на отечественном оборудовании вырастили в 1956 году в Государственной производственной лаборатории Гиредмета, которую возглавил Б.А. Сахаров. В дальнейшем производство германия было переведено в Красноярск, где в начале 60-х германиевый цех выдавал уже 600 кг монокристаллического германия в год.

## Германий и конкуренция

Вскоре после того, как полный цикл производства германия был наконец-то отлажен, у него появился серьезный конкурент, который к началу 70-х годов скинул германиевые монокристаллы с пьедестала основного материала микроэлектроники: сейчас из них делают всего 3% подложек. Поскольку при этом производство самого элемента продолжало расти, в 1966 году цены на него достигли своего исторического минимума — 175 долларов за килограмм.

Однако в 80-е годы появились новые обширные области применения германия — инфракрасная оптика и катализаторы. В приборах ночного видения линзы делают именно из кристаллического германия, который пропускает свет нужного диапазона длин волн. И чем больше войн идет на планете, тем выше потребность в таких приборах: объем этой области потребления германия колеблется в соответствии с интенсивностью антитеррористических операций в разных точках земного шара. В конце 80-х — начале 90-х годов потребность в германии, подогреваемая войнами в Афганистане и Ираке, неизменно росла.

Oct. 30, 1956 E. BUEHLER ET AL 2,768,914  
Filed June 29, 1951 PROCESS FOR PRODUCING SEMICONDUCTIVE CRYSTALS OF UNIFORM RESISTIVITY 4 Sheets-Sheet 1



Именно так выглядел чертеж установки для выращивания монокристаллов в патенте Эрнест Бюлера

# Охотники за кристаллами

Доктор биологических наук

**С. В. Тищенко,**

кандидат биологических наук

**М. В. Донцова**

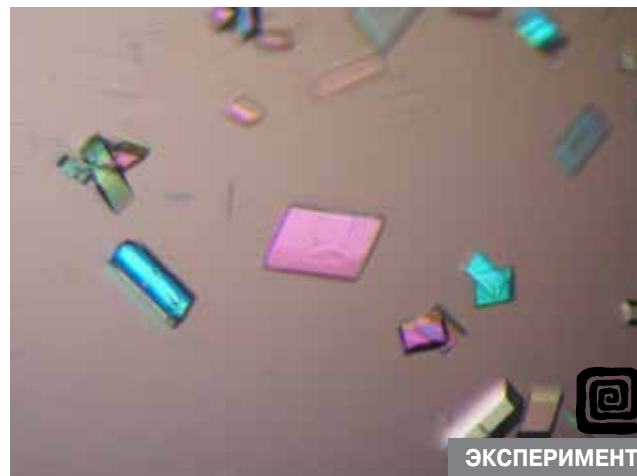
В середине 90-х годов возникло мнение, что германия вскоре потребует еще больше — из-за бурного развития сетей на волоконной оптике и запуска спутников систем связи вроде сети «Iridium»; во втором случае предполагалось, что спутники потребуют сильного увеличения электрической мощности. Идея была в том, что такого увеличения без изменения габаритов батарей можно достигнуть с помощью многослойных или каскадных арсенид-галлиевых солнечных элементов: в них каждый слой превращает в электричество свой кусочек солнечного спектра, и за счет этого коэффициент конверсии света в электричество растет. А выращивают такие структуры как раз на германии. Действительно, каскадными солнечными батареями удалось поднять мощности бортовых энергоустановок с 3—5 до 15—20 кВт. Изготовители приборов делали запасы на будущее, в результате к 1996—1998 годам килограмм кристаллического германия стоил уже 2000 долларов. Но ожидания оказались слишком оптимистичными: феноменальный, в 3,5 раза в год и более, рост производства оптоволокон закончился в 2001 году, а глобальная спутниковая телефонная сеть так и не была создана. Правда, спутникам, обеспечивающим телевидение и быстрый Интернет, германиевые солнечные батареи верно служат, но объем их производства оказался меньше, чем ожидали. В итоге к 2002 году цена упала в пять раз, достигнув 400 долларов за килограмм. С тех пор она совершает резкие колебания в этом интервале. Так, в январе 2015 года килограмм германия стоил почти 2000 долларов, а в марте 2017-го — около 1000.

Есть ли перспективы у кристаллического германия отвоевать свое место под солнцем? Да, и в самом прямом смысле.

Во-первых, это космическая солнечная энергетика. Потребность в большом количестве мощных телекоммуникационных спутников даже со сворачиванием проектов спутниковой телефонии никуда не делась. С 2004 по 2015 год площадь солнечных батарей в составе разных космических аппаратов коммерческих операторов связи (без учета РФ) выросла с 655 м<sup>2</sup> до 2300 м<sup>2</sup>. Солнечные батареи продлевают активное существование космического аппарата до 15 и более лет при повышении его энерговооруженности в два с лишним раза. Аналитики прогнозируют, что к 2024 году спутников на околоземной орбите будет около 1400, то есть ежегодно будут запускать по 140 штук. Повышаются требования к энергетическому обеспечению обитаемых орбитальных станций, становится необходимым создание специализированных энергетических спутников, которые могли бы подпитывать космические транспортные средства. И хотя рынок космической солнечной энергетике невелик в абсолютных единицах, для германия с годовым объемом около 160 тонн его рост — важный фактор.

Во-вторых, это наземная солнечная энергетика: ускоренное ее развитие неизбежно потребует новых эффективных материалов. Например, для того чтобы обеспечить половину потребности США в электроэнергии, нужно построить батареи с эффективностью 37% всего 5% пустынных территорий штатов Невада, Нью-Мексико и Аризона. Это дало бы 1300 ГВт установленной мощности. Понятно, что этот расчет — гипотетический, но из него видно: даже с учетом различных направлений прогресса в наземной солнечной энергетике потребность в германии может вырасти на порядки.

Откуда же взять столько германия? Для начала стоит более рачительно обращаться с отходами металлургии и энергетике. Ежегодно в отходах производства цинка скапливается около 300 тонн германия. Еще больше этого рассеянного элемента оказывается в золе угольных электростанций: в одной Великобритании — до 2000 тонн ежегодно. Иными словами, резервы для развития имеются, особенно с учетом накопленного опыта извлечения германия из бедной золы. Если появится потребность, то при правильной организации сбора таких отходов можно рассчитывать на то, что у первого материала полупроводниковой техники откроется второе дыхание.



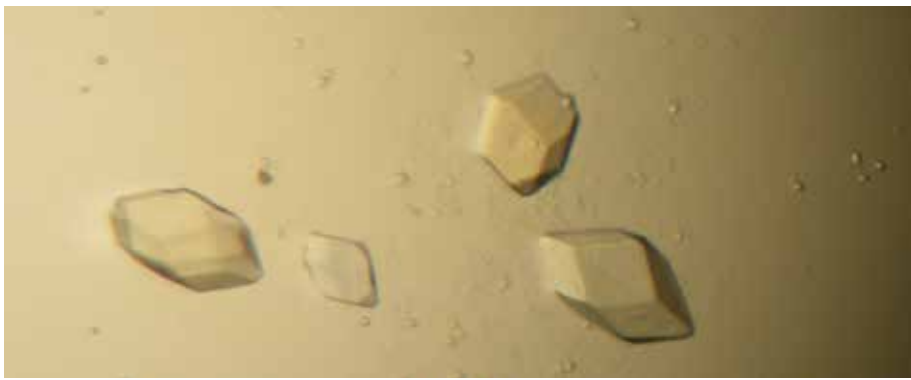
ЭКСПЕРИМЕНТ

*В повседневной жизни мы постоянно имеем дело с кристаллами — соль и сахар есть в каждом доме. Однако нас не интересует строение этих кристаллов, и мы спокойно растворяем их в супе или кофе. В пушинском Институте белка РАН кристаллизуют биомолекулы для изучения их пространственной структуры. Это непростая задача: получение кристаллов молекулы белка или РНК балансирует на грани науки и искусства, тут необходимы и точный расчет, и интуиция. Результат зависит от множества факторов — от природы биомолекулы, выбранного метода кристаллизации, температуры в помещении, от вибрации и даже электромагнитного излучения. Информация же, которую можно получить с помощью таких кристаллов, чрезвычайно важна: структура биомолекул — ключ к их тайнам.*

**В** школах на уроках химии часто проводят эксперимент по кристаллизации неорганических веществ: погружают нить в насыщенный ярко-синий раствор медного купороса  $\text{CuSO}_4$ , и через несколько дней на нити вырастают красивые голубые кристаллы. Если такой кристалл поместить под луч рентгена, то можно получить снимки, которые после обработки специальными компьютерными программами позволят определить, как связаны между собой атомы этого вещества в кристалле. Такой же подход используют в Институте белка при исследовании пространственной структуры сложных органических молекул — нуклеиновых кислот (РНК и ДНК), белков и комплексов этих молекул. Знание структуры позволяет понять, какую роль исполняет данная молекула, как протекают те или иные процессы в живой клетке, а затем — найти активаторы или ингибиторы, управляющие этими процессами.

Хороший кристалл — вершина упорядоченности, символ совершенства и разумного похода к окружающему миру. Но чтобы получить пригодные для рентгеноструктурного анализа кристаллы биомолекул, огромных и сложных по сравнению с неорганическими молекулами, нужно пройти непростой путь.

На снимке сверху — кристаллы рибосомного белка L1



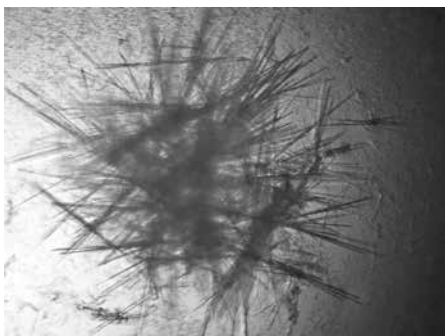
1  
Кристаллы рибосомного белка L4 в комплексе с фрагментом рибосомной РНК

Даже первый шаг — получение чистого препарата — требует удачи, выдержки и терпения экспериментатора. Как правило, мы внедряем ген белка или фрагмента нуклеиновой кислоты в специальную кольцевую молекулу ДНК — плазмиду-вектор, наращиваем клетки бактерии-хозяина (чаще всего кишечной палочки), которые содержат этот вектор и вынуждены копировать его и (или) синтезировать «наш» белок, затем разрушаем эти клетки и выделяем из них нужную биомолекулу в препаративных количествах.

Очистку препарата проводят за счет разницы в поверхностном заряде, молекулярном весе, гидрофобности и других интересных свойств биомолекул. Чистоту оценивают с помощью электрофореза в полиакриламидном геле: наличие одной полоски очень радует экспериментатора и сулит удачу.

Кристаллизация — это экзамен на качество проделанной работы. Кристаллы образует только такой раствор, в котором нет ничего постороннего, отвлекающего молекулу на ненужные связи. Биомолекула упаковывается в элементарную ячейку, ячейки формируют кристалл, обладающий определенной пространственной симметрией. Чтобы увидеть кристалл под оптическим микроскопом, нужны сотни тысяч копий одной и той же молекулы, собранных в локальной точке раствора.

Кристаллизацию проводят различными методами: это может быть диализ,



2  
Кристаллы эндо-1,4-β-ксиланазы

диффузия паров в висящей или сидящей капле, свободная диффузия. Суть всех методов одна: препарат молекулы смешивается с раствором осадителя, так называемым противораствором. В роли осадителя выступают различные соли, органические соединения — полиэтиленгликоли, спирты и пр. Далее концентрации препарата и осадителя увеличивают диализом или диффузией. Скорость этих процессов зависит от температуры помещения, концентрации и природы противораствора. Чтобы найти подходящие условия для получения кристаллов, приходится опробовать сотни, иногда и тысячи сочетаний осадителей, значений pH, а также различных добавок — солей, детергентов, коротких пептидов и др.

В самых хорошо оснащенных лабораториях мира подбор условий для кристаллизации «поручен» роботам — они вносят различные количества необходимых веществ (биомолекулы и осадителя) в лунки на плашках и за короткое время могут перепробовать множество вариантов. Капля испаряется, концентрации растут, что может привести к образованию кристаллов.

Задача исследователя — найти или создать такие условия, при которых раствор с биомолекулой будет перенасыщенным и даже легкое касание капли волоском сможет вызвать образование кристаллов. Очень важен баланс между выпадением биомолекулы в осадок и образованием зародышей-кристаллов. Иногда для выращивания больших кристаллов мы пересаживаем один кристалл в каплю, которая практически готова к началу кристаллизации, и тем самым способствуем росту этой «затравки».

Кристаллизация — не только критерий чистоты препарата, но также и проверка на гомогенность и структурную устойчивость биомолекулы. Появились кристаллы — значит, никакие «хвосты» молекулы особо не болтаются, «петли» не слишком торчат, концы нуклеиновых кислот однородны. Наблюдение за ростом кристаллов доставляет эстетическое наслаждение. Пусть даже они не вполне совершенны, их четкие грани, причудливые формы и яркие цвета не на шутку завораживают. Кристаллы бывают похожими на карамельки, иголки,

призмы, алмазы — у каждой молекулы свой характер, своя любимая форма упорядочивания.

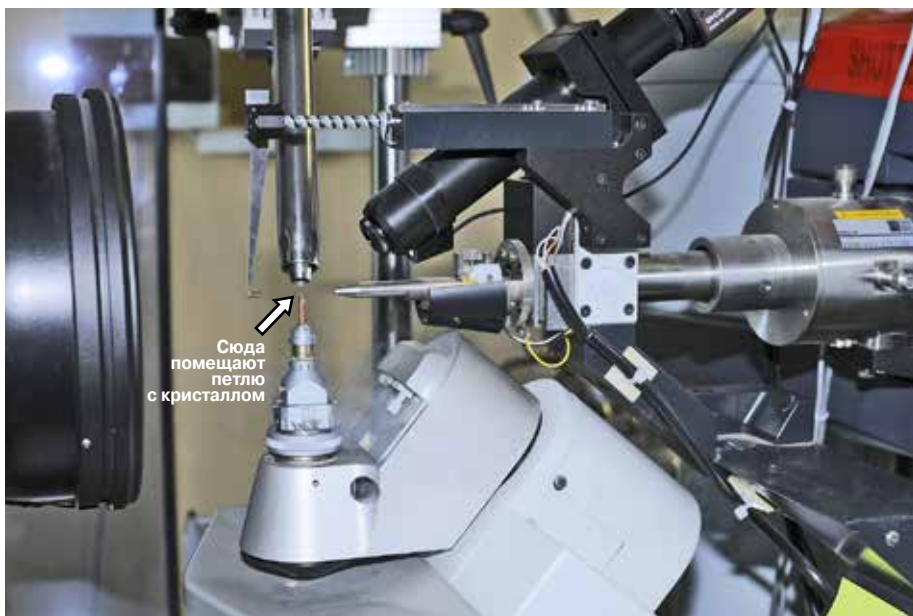
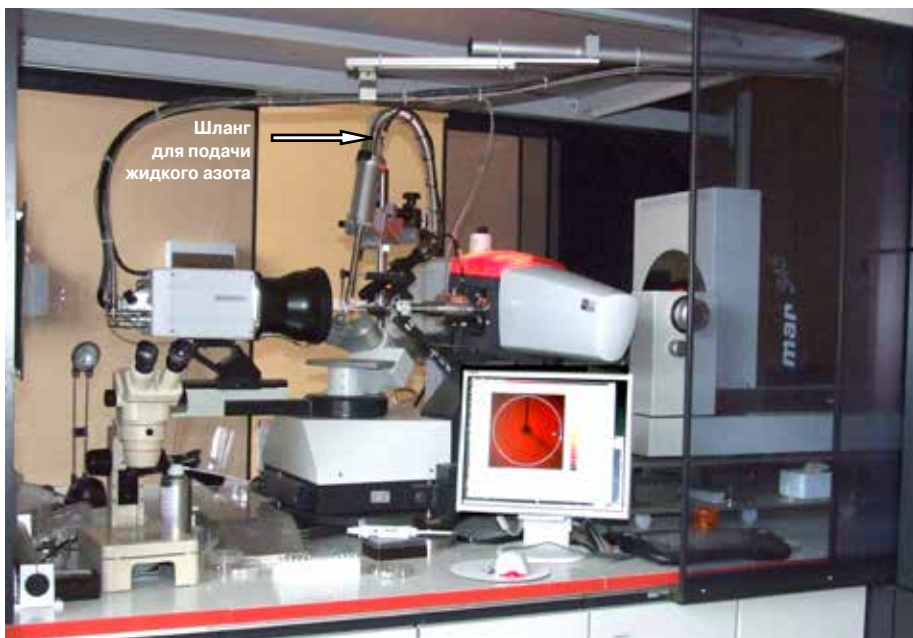
Каждый раз, вынимая из капли кристалл для рентгеноструктурного анализа, волнуешься и надеешься: может быть, это тот самый, о котором мечтаешь долгие месяцы, а порой и годы. Как ни странно, способность кристалла отражать рентгеновские лучи с высоким разрешением не зависит от его эстетических достоинств.

За годы существования Лаборатории структурных исследований аппарата трансляции Института белка РАН (как лаборатория она образована в 1992 году, а ранее называлась группой препаративной биохимии белков) множество кристаллов прошло перед глазами ее сотрудников. Некоторые, чудесные на вид, совершенно не отражали рентгеновский луч и оказывались интеллектуально бесплодными, не давали никакой информации о строении молекулы. Другие отражали рентгеновские лучи с недостаточно высоким разрешением — ниже 3 Å (рис. 1). Однако бывало, что совсем невзрачные с виду кристаллы — смотреть не на что, угловатые и худосочные (рис. 2), — вдруг выдавали рефлексы высочайшего разрешения, доставляя нам огромную радость.

Мощное синхротронное излучение очень быстро разрушает кристаллы. Чтобы избежать этого, кристаллы охлаждают жидким азотом. Вода в таких условиях может разрушить кристалл, поэтому кристаллы предварительно вымачивают в криорастворе, содержащем глицерин или другие вещества. Каждый раз, когда кристалл, утонувший в криорастворе, погружается в струю жидкого азота и, помещенный на гониометрическую головку генератора (рис. 3), попадает под пучок Рентгена, ожидание первого дифракционного снимка приводит экспериментатора в смятение: получится или нет? На старых рентгеновских установках процесс занимал до 20 минут, сейчас, на синхротронах, весь набор рентгеновских данных собирается за несколько минут. Единственный рентгеновский генератор в наукограде Пущино — это комплекс X8 PROTEUM в Институте белка.

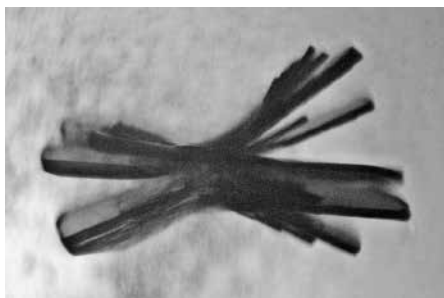
Рентгеновские лучи, рассеянные кристаллом, регистрируются чувствительным детектором. Система X8 PROTEUM позволяет получать рентгенограммы с кристаллов макромолекул с разрешением до 1 Å при размере кристалла около 200 мкм.

Долгое время важнейшей темой наших исследований было изучение структуры рибосомы и ее элементов. Рибосома — уникальная молекулярная машина, которая считывает информацию с матричной РНК и согласно ей синтезирует белки из аминокислот. В нашей лаборатории были получены первые кристаллы



3  
На комплексе X8 PROTEUM получают рентгенограммы кристаллов биомолекул

бактериальных рибосом и рибосомных субчастиц, исследованы структуры многих рибосомных белков и их комплексов с фрагментами РНК (см. ссылки в конце статьи).



4  
Кристаллы фермента лакказы

За определение структуры рибосомы Нобелевскую премию по химии 2009 года получили Ада Йонат, Томас Стейц и Венкатраман Рамакришнан (см. «Химия и жизнь», 2009, 12). Долгое время не удавалось «увидеть» рибосому с высоким разрешением — ее собирали, как пазл, из кусочков. Полученные нашими сотрудниками структуры комплексов рибосомных белков S8, S15 и в особенности белка L1 со специфическими фрагментами рибосомной РНК внесли большой вклад в эти исследования.

Сейчас в нашей лаборатории продолжают изучать компоненты рибосомы и другие биомолекулы, ответственные за синтез белка («Biochimie», 2016, 121, 197—203, doi: 10.1016/j.biochi.2015.11.029, «Journal of Molecular Biology», 2015, 25, 427, 19, 3086—3095, doi: 10.1016/j.jmb.2015.07.020). Мы занимаемся и другими темами — так, не-

давно нам удалось получить кристаллы и определить структуры двухдоменных лакказы рода *Streptomyces* (рис. 4) («Acta Crystallographica», 2015, F71, 1200—1204, doi: 10.1107/S2053230X15014375). Лакказы — это медьсодержащие ферменты, участвующие в разложении лигнина — вещества, придающего прочность древесине. Отсюда понятно их возможное применение в промышленности: они отбеливают ткани и бумагу, способствуют биоремедиации загрязненных почв и вод.

За десятилетия существования нашей лаборатории методы рентгеноструктурного анализа и кристаллизации значительно усовершенствовались и шагнули в новое тысячелетие во всеоружии. Теперь собрать набор данных для несложной молекулы и определить ее структуру может даже аспирант. Однако кристаллизация до сих пор остается самым тонким моментом, требующим не только знаний, но также интуиции и удачи.

#### Литература

Trakhanov S., Yusupov M., Agalarov S., Garber M., Ryazantsev S., Tishchenko S., and Shirokov V. Crystallization of 70 S ribosomes and 30S ribosomal subunits from *Thermus thermophilus*. «FEBS Letters», 1987, 220, 319—322.

Nikonov S., Nevskaya N., Eliseikina I., Fomenkova N., Nikulin A., Ossina N., Garber M., Jonsson B.-H., Briand C., Svensson A., Aevansson A., and Liljas A. Crystal structure of the RNA-binding ribosomal protein L1 from *Thermus thermophilus*. «The EMBO Journal», 1996, 15, 1350—1359.

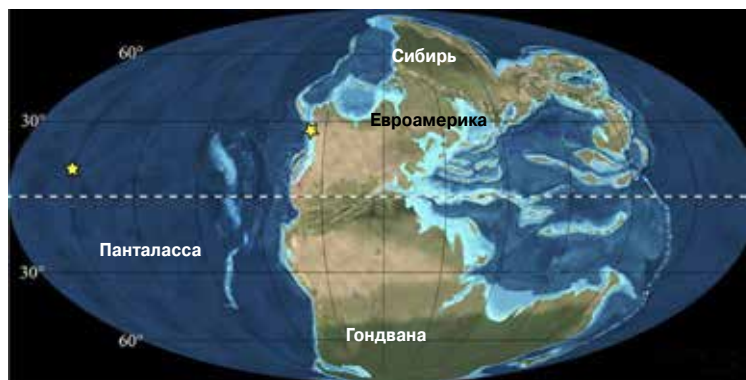
Nikulin A., Serganov A., Ennifar E., Tishchenko S., Nevskaya N., Shepard W., Portier C., Garber M., Ehresmann B., Ehresmann C., Nikonov S., and Dumas P. (2000) Crystal structure of the S15-rRNA complex. «Nature Structural & Molecular Biology», 2000, 7, 273—277, doi: 10.1038/74028.

Gabdulkhakov A., Nikonov S. and Garber M. Revisiting the *Haloarcula marismortui* 50S ribosomal subunit model. «Acta Crystallographica», 2013, D69, 997—1004, doi: 10.1107/S0907444913004745.

В конце пермского периода, приблизительно 250 миллионов лет назад, на Земле произошла экологическая катастрофа, которая уничтожила большую часть существовавших в то время видов (см. «Химию и жизнь», 2016, 11). Это было самое массовое вымирание обитателей Земли за последние 540 миллионов лет. Одной из основных причин, как принято считать, было повышение концентрации сульфидов в Мировом океане, вызванное вулканической деятельностью. Данные китайских, американских и канадских исследователей раскрывают подробности: «мертвая вода» с высоким содержанием сульфидов проникла на отмели, смешивалась с водой, богатой кислородом, и убивала обитателей великого океана Панталассы («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2017, 114, 8, 1806–1810, doi: 10.1073/pnas.1610931114). Результаты исследования полезно иметь в виду и нынешним обитателям Земли.

Около 252 миллионов лет назад после пермского вымирания, наиболее массового в истории Земли, наша планета чуть не стала безжизненной. По некоторым оценкам, исчезло 80% морских видов, и для восстановления экосистеме Земли потребовалось несколько миллионов лет.

В то время почти 70% земной поверхности занимал единый Мировой океан — Панталасса. В настоящий момент дно, над которым бушевали шторма Панталассы, практически полностью недоступно для наблюдения и исследования, небольшие области с сохранившимися осадочными породами



250 миллионов лет назад океан Панталасса покрывал 70% поверхности Земли. Звездочками обозначены места исследований

древнего океана можно найти в Канаде, Новой Зеландии и Японии. Анализ образцов пирита (дисульфида железа  $FeS_2$ ), извлеченного из этих осадочных пород, позволил Янью Шэню с коллегами из китайского Университета науки и технологии отследить изменения в химии океана, повлекшие за собой катастрофические последствия для фауны и флоры пермского периода.

Анализ изотопов серы в образцах пирита показал, что ядовитые для живых организмов воды возникли при смешении вод с глубины океана, содержащих большое количество сульфидов, и богатых кислородом вод мелководья. Правда, чем было вызвано такое смешение, остается загадкой. Сульфиды токсичны для эукариот: 0,1% сероводорода в воздухе могут убить человека за несколько десятков минут. Таким образом, появление сульфидов и сероводорода на мелководье вполне могло привести к смерти морских обитателей.

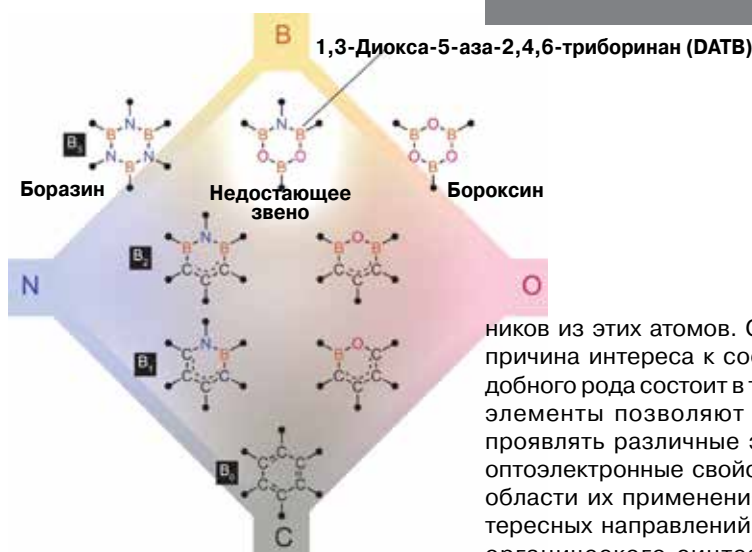
Тимоти Лайонс, биогеохимик из Университета Калифорнии, не принимавший участия в исследовании, высоко оценивает его результаты. Он отмечает, что измерение содержания четырех изотопов серы может оказаться полезным для точного описания химических процессов, протекавших в доисторическом океане, а если посмотреть на результаты в динамике, то по ним можно оценить изменения в экосистеме Панталассы.

Хотя великое пермское вымирание происходило четверть миллиарда лет назад, те же причины, что вызвали его, могут напомнить о себе и сегодня. Данные, полученные со спутников, ясно показывают, что высокая смертность рыб в прибрежных водах Намибии связана с увеличением содержания сульфидов. Стоит отметить, что из-за антропогенного загрязнения водоемов водорослями и глобального потепления увеличение концентраций сероводорода в прибрежных водах наблюдалось в разных уголках земного шара — в Мексиканском заливе, у побережья Калифорнии и Западной Индии.

## Восьмое кольцо

Синтез диоксидаазатриборинанового цикла ( $B_3NO_2$ ) не только добавляет последний экспонат к коллекции шестичленных замкнутых цепей из элементов второго периода, но и дарит человечеству новый органический катализатор («Nature Chemistry», 2017, doi: 10.1038/nchem.2708).

Многие годы химики получали шестичленные гетероциклы, комбинируя атомы бора, углерода, азота и кислорода. Зачем нужна такая экзотика? Одной из причин можно назвать «химическое коллекционирование» — хочется получить все возможные вариации шестиуголь-



Больше шестичленных циклов, хороших и разных

ников из этих атомов. Однако главная причина интереса к соединениям подобного рода состоит в том, что разные элементы позволяют гетероциклам проявлять различные электронные и оптоэлектронные свойства, расширяя области их применения. Одно из интересных направлений современного органического синтеза, как это ни удивительно, разработка методов полу-

чения аналогов графита, содержащих электрононедостаточные атомы бора, а органические или элементоорганические борсодержащие шестичленные молекулы — кандидаты в строительные блоки типично неорганических аналогов графита. Несмотря на успехи в синтезе подобных молекул, до настоящего времени не удавалось получить цикл, в состав которого одновременно входили бы атомы бора, азота и кислорода.

Группа исследователей из Японии сумела разработать метод синтеза оксаазоборинанов — соединений, содержащих цикл  $B_3NO_2$ , которые можно считать «суперпозицией» известных ранее боразинов  $B_3N_3$  и бороксинов  $B_3O_3$ . Новое циклическое соединение заполнило последнее место в «музейной экспозиции» шестичленных циклов, содержащих бор, углерод, азот и кислород. Для получения этого «экспоната», 1,3-диокса-5-аза-2,4,6-триборинана (DATB), Наоя Кумагаи и Масакацу Сибаками создали многостадийный синтетический протокол. Исходным веществом в

цепочке превращения был бромзамещенный анилин. Для успешного синтеза было необходимо не только обеспечить замыкание экзотического цикла, но и подобрать стабилизирующие заместители. Как полагает Кумагаи, именно из-за того, что ранее пытались синтезировать незамещенный 1,3-диокса-5-аза-2,4,6-триборинан, эксперименты были неудачными — цикл  $B_3NO_2$  без заместителей очень неустойчив.

Подобрав условия синтеза диоксаазатриборинанов и успешно получив целевые соединения, Кумагаи с соавторами продемонстрировали, что полученные молекулы обладают каталитической активностью, например могут ускорять образование амидов при непосредственном взаимодействии карбоновых кислот и аминов. Это важно, поскольку многие амиды перспективны как потенциальные лекарства. Причина каталитической активности диоксаазатриборинанов, по мнению исследователей, — наличие в гетероцикле трех атомов бора, проявляющих льюисовскую кислотность (способность взаимодейство-

вать с неподделенной электронной парой партнера). В настоящее время борсодержащие кислоты Льюиса рассматриваются как многообещающие органические катализаторы, способные заменить производные переходных металлов.

Самый первый синтезированный гетероцикл, стабилизированный только фенильными заместителями, имел лишь умеренную каталитическую активность. Введение в структуру других, более объемных заместителей повысило выходы продуктов, а некоторые субстраты активировались новым гетероциклом более эффективно, чем уже известными катализаторами амидирования. В планах японских исследователей — установление механизма катализа и синтез производных диоксаазатриборинанов с еще более высокой каталитической активностью.

## «Недосвязь» под наблюдением

*Экспериментальное доказательство существования двухцентровой трехэлектронной связи по праву можно назвать триумфом ИК-спектроскопии. До сих пор эта необычная структура была только теоретической возможностью. Исследователям из Японии впервые удалось наблюдать устойчивую гемисвязанную химическую структуру катионов состава  $(H_2S)_n^+$  ( $n = 3-6$ ) — то есть получить прямое экспериментальное свидетельство ее существования («Chemical Science», 2017, doi: 10.1039/c6sc05361k).*

Возможность существования двухцентровой трехэлектронной связи ( $2c-3e$ -связи), также известной как гемисвязь, предсказал еще в 1930-е годы Лайнус Полинг. Такая связь формируется за счет перекрывания орбитали, несущей неподделенную электронную пару нейтральной молекулы, с орбитальной радикал-катиона. Образующаяся в результате взаимодействия орбиталей  $\sigma$ -связывающаяся орбиталь заселяется двумя электронами, на разрыхляющей  $\sigma^*$ -орбитали размещается один электрон. Кратность такой ковалентной связи равна  $\frac{1}{2}$ , отсюда и название «гемисвязь», то есть «полусвязь».

В димерных радикал-катионах с неподделенными электронными парами, где теоретически можно было бы ожидать образование гемисвязи, главным образом реализуется тип связывания с переносом

*Слева — связь с переносом протона в частице  $(H_2S)_2^+$ . Справа — формирование гемисвязи в частицах  $(H_2S)_n^+$  ( $n = 3-6$ )*

сом протона ( $H_3X^+-XH$ ). По этой причине двухцентровая трехэлектронная связь долгое время оставалась неувомимой. Исследователи из группы Асуки Фуджи из Университета Тогоку решили изучить протонированные молекулярные кластеры состава  $H^+(H_2S)_n$  — в соответствии с недавними теоретическими выкладками было предсказано, что для системы  $(H_2S)_n^+$  частица с трехэлектронной двухцентровой связью  $(H_2S \cdot SH_2)^+$  будет устойчивее, чем частица, в которой связь формируется за счет переноса протона ( $H_3S^+-SH$ ). Причем намного — разница в термодинамической устойчивости оценивалась в 50—100 кДж/моль. Это позволяло надеяться на регистрацию  $(H_2S \cdot SH_2)^+$ .

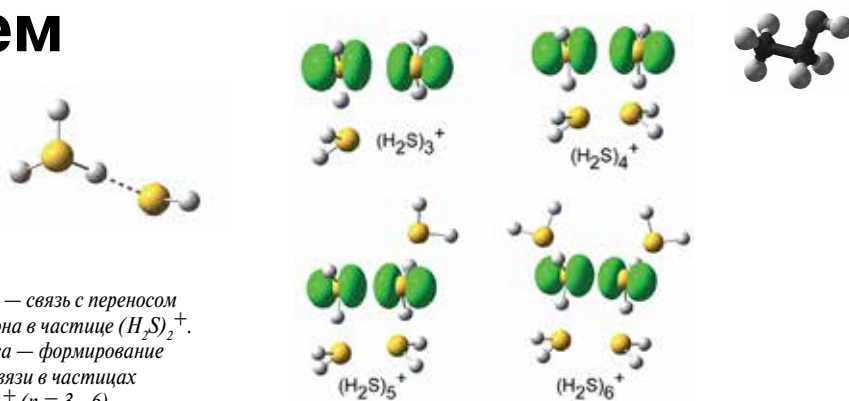
Несмотря на низкую интенсивность сигналов, отвечающих в ИК-спектре валентным колебаниям связи SH, исследователи зарегистрировали колебательные спектры, соответствующие этой связи ( $2300-2700 \text{ см}^{-1}$ ) для ряда

частиц  $(H_2S)_n^+$  ( $n = 3-6$ ). В спектрах для всех частиц, до  $n = 6$  включительно, были зафиксированы валентные колебания связи SH, которые могут присутствовать только в частицах с двухцентровой трехэлектронной связью. Если бы связь в  $(H_2S)_n^+$  формировалась как в случае с переносом протона, то при  $n = 4$  и выше сигнал SH просто невозможно было бы наблюдать в ИК-спектре.

Авторы работы планируют выполнить спектральное исследование частицы  $(H_2S)_2^+$  — наименьшего по размеру кластера, в котором теоретически предсказана возможность существования двухцентровой трехэлектронной связи. Однако для решения этой задачи им еще предстоит модифицировать аппаратуру.

Выпуск подготовил кандидат химических наук **А.И. Курамшин**

ХЕМОСКОП

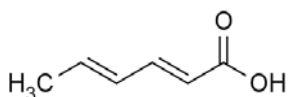


# Сорбиновая кислота

# Э

та история началась в самом конце 1980-х, когда у нас появились свои шесть соток, же-

лезный вагончик для жилья и купленные у коллеги кусты черной смородины. И уже в начале 1990-х они начали плодоносить. Да так хорошо, что встал вопрос о сохранении урожая на зиму. На варенье ушло много сахара (он был дорог), а «пятиминутка» занимала много места в холодильнике. Требовался иной способ подавления роста микроорганизмов, не связанный ни с высокими концентрациями сахарозы, ни с низкими температурами. Но я уже был химиком со стажем, поэтому быстро выяснил (с помощью энциклопедии и реферативного журнала «Химия» — Интернета тогда не было), что лучший консервант — сорбиновая кислота  $C_6H_8O_2$  и ее соли, в основном калиевая.



Сорбиновая кислота

По своему строению это очень простая непредельная кислота — транс, транс-2,4-гексадиеновая,  $H_3C-CH=CH-CH=CH-COOH$ . Как раз треть по длине углеродной цепочки от линолевой, или цис, цис-9,12-октадекадиеновой кислоты  $C_{18}H_{32}O_2$ , которая входит (в виде глицерида) в состав животных и растительных жиров. Так, в подсолнечном масле бывает до 60% линолевой кислоты. Поэтому неудивительно, что сорбиновая кислота легко усваивается организмом и не оказывает на него вредного действия (о таких мелочах, как цис-транс-изомерия, я в то время не задумывался). Как это нередко случается, я вскоре увидел в продаже небольшую — 86 страниц — книгу Т.И.Овчаровой «Применение сорбиновой кислоты в пищевой промышленности» М., Пищепромиздат, 1966). В ней было все, что нужно: физические, химические и биологические свойства, методы синтеза, применение.

Подтвердилось, что сорбиновая кислота быстро усваивается, а продукты ее метаболизма ничем не опасны. Эта кислота и ее соли включены в список

пищевых добавок (E200, E201 и E202) при содержании не более 0,1%, оптимальной считается концентрация 0,05—0,06%, то есть 0,5—0,6 г на 1 кг продукта. А допустимая суточная доза для человека — примерно 10—12 мг/кг веса. То есть для человека, весящего 70 кг, совершенно безвредной будет доза 0,7—0,8 г, которая содержится в 1,5 кг варенья или компота. Мало кто съедает в день такие количества.

Сорбиновая кислота — прекрасный консервант в слабокислой среде ( $pH \leq 5,5$ ; при необходимости к продукту добавляют лимонную кислоту или уксус), но она не убивает болезнетворные микроорганизмы. Если же продукт достаточно прогрет и обеззаражен, то в нем подавляется дрожжевое брожение и развитие плесени. Так как сорбиновая кислота улетучивается с водяным паром, при длительной варке ее добавляют в самом конце, с последующим хорошим перемешиванием для равномерного распределения по всему объему. Сорбиновая кислота позволяет значительно увеличить сроки хранения предварительно прогретых (пять минут при 50—80°C) соков, фруктовых пюре и компотов, свежепротертых ягод и варенья, при этом сахара требуется значительно меньше.

Из книги Овчаровой я узнал, что в пищевой промышленности сорбиновая кислота и ее соли используются при консервировании безалкогольных напитков, соков, хлебопекарных и кондитерских изделий (мармелад, джемы, варенье, кремы), зернистой икры, сыров, колбас, соленых огурцов и квашеной капусты, блюд из мяса и рыбы, а также при обработке упаковочных материалов для пищевых продуктов. Почти 20% выпускаемый сорбиновой кислоты используется для консервирования сыра: его заворачивают в парафинированную бумагу, обработанную раствором сорбата калия.

В чистом виде сорбиновая кислота — белые игольчатые кристаллы; даже химически чистая кислота имеет запах, что свидетельствует о ее летучести: заметная возгонка наблюдается уже при нагреве выше 80°C. С водяным

паром перегоняется без разложения. На воздухе и на ярком солнечном свете кислота разлагается, поэтому хранить ее нужно в герметичной упаковке. В холодной воде почти не растворяется, но соли сорбиновой кислоты в воде растворяются очень хорошо. Очищается сорбиновая кислота кристаллизацией из кипящей смеси одного объема спирта и двух объемов воды. По силе она соответствует уксусной: константа диссоциации  $K = 1,73 \cdot 10^{-5}$  (для уксусной кислоты  $1,74 \cdot 10^{-5}$ ).

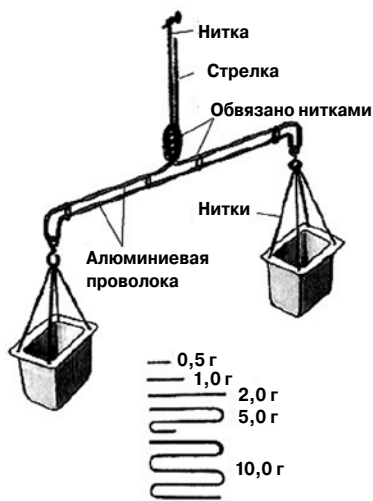
При окислении сорбиновой кислоты перманганатом калия образуется смесь из виноградной, щавелевой и уксусной кислот и ацетальдегида. В присутствии кислорода идет цепная реакция автоокисления (аутоокисления) с образованием 2,5- или 4,5-пероксидов, которые разлагаются с выделением ацетальдегида и фумаровой кислоты.

Так можно ли самому выделить или синтезировать этот консервант? — задумался я. Или где-нибудь его купить?

Впервые сорбиновую кислоту получил в 1859 году немецкий химик-органик Август Вильгельм фон Гофман. Он выделил ее из сока рябины обыкновенной — *Sorbus aucuparia*, отсюда и название вещества. Неудивительно, что ягоды рябины не плесневеют. (А некото-



Август Вильгельм фон Гофман (1818—1892)



Как самому сделать аптечные весы

рые хозяйки досыпают в яблочное, например, варенье горсть рябины, чтобы оно лучше хранилось. — *Примеч. ред.*)

Точности ради, на самом деле в рябине содержится не сорбиновая, а парасорбиновая кислота —  $\delta$ -лактон 5-гидрокси-2-гексеновой кислоты. Гофман добавил к соку гашеную известь, упарил раствор, отфильтровал его от осадка и разложил серной кислотой. Получился маслообразный лактон, из которого нетрудно получить саму кислоту. Из 44,5 кг ягод рябины можно получить 90 г парасорбиновой кислоты (выход 0,2% в расчете на ягоды). Немало рябины, и кислоты тоже много: 90 г хватит на 180 кг варенья! Даже если взять 4,5 кг ягод и получить 9 г, этого количества достаточно для предохранения от плесени 18 кг заготовки на зиму.

Но нет ли способа попроще и побыстрее? У знакомых на соседней кафедре оказалась старая и никому не нужная упаковка сорбата калия Донецкого завода химреактивов (кажется, еще имени Сталина). Однако я даже не пытался отвинтить крышку: внутри была неприятного вида бурая полужидкая масса, похожая на распылившийся, нахватавший влаги  $FeCl_3$ . Очевидно, высокая реакционная способность сопряженных двойных связей при недостаточной герметичности сделала свое черное дело: за десятки лет под действием кислорода вещество окислилось и частично полимеризовалось. И вряд ли из этой массы можно было выделить хотя бы один грамм чистого вещества. Когда-то Слава Загорский изучал реакцию паров магния с алкилхлоридами при низких температурах. Все шло хорошо, пока он не вскрыл новенькую литровую банку с бутилхлоридом. С этим реагентом реакция почему-то не пошла, что было очень странно. И оставалось странно, пока проба Бейльштейна не показала полное отсутствие хлора в этой банке.

А нельзя ли синтезировать эту кислоту,

затратив минимум усилий? В промышленности ее получают конденсацией кетена с кротоновым альдегидом в присутствии кислотных катализаторов (например,  $BF_3$ ); образующийся лактон гидролизуют и дегидратируют в сорбиновую кислоту. Кетен  $H_2C=C=O$  — газ с резким запахом; его получают пиролизом ацетона, что сразу поставило на этом методе крест. Другой способ — конденсация по Кневенагелю малоновой кислоты и кротонового альдегида в пиридине:  $CH_3CH=CH-CHO + CH_2(COOH)_2 \rightarrow CH_3CH=CH-CH=CH-COOH + CO_2 + H_2O$ . Для повышения выхода реакцию проводят в течение пяти часов при температуре 70°C.

Реакцию конденсации (хотя и с другими реагентами) я успешно провел когда-то в практикуме органической химии, под мудрым руководством профессора Виктора Михайловича Потапова, автора книг и пособий по органической химии. Так что синтез меня бы не остановил. Однако с запахом пиридина я был хорошо знаком: как-то иностранный аспирант после перекристаллизации вещества из пиридина вылил несколько литров использованного растворителя в раковину. Случилось это на одном из верхних этажей лабораторного корпуса А МГУ, после чего всем его сотрудникам пришлось выйти на улицу (благо было лето). Стало быть, и этот способ отпадал. Оставался последний: убедить предприимчивого человека купить на химическом заводе расфасованную сорбиновую кислоту, перепродать ее с выгодой (в те годы это стало обычной практикой), а мне «за идею» — пресловутые два процента.

Предприимчивый человек нашелся быстро: как раз в это время в редакцию «Химии и жизни» пришла молодая женщина приятной наружности. Как сказал позже один сотрудник: «Она очень вынослива и работоспособна. Писали, что NASA планирует полет на Марс; может, продать ее им? И человек она обаятельный, и союзником по борьбе с международным терроризмом поможем на горючем сэкономить». Я передал ей для ознакомления перепечатанные на нашей портативной «Олимпиа» выписки из книги Овчаровой и забыл об этом деле, тем более что обаятельная девушка вскоре уволилась. Прошло несколько лет. Придя в очередной раз в редакцию (она была в Мароновском переулке, недалеко от Октябрьской площади), я увидел, что там все вверх дном. Оказалось, редакция переезжает. Я немного помог с перетаскиванием каких-то коробок с документами. А в одной коробке с мусором увидел много мелких пакетиков из тонкого пластика. Внутри каждого была какая-то темно-коричневая масса, грамма по три. От пакетиков исходил



## О ВЕЩЕСТВЕ ПО СУЩЕСТВУ

специфический запах. Рядом лежали пакетики побольше, каждый в толстой полиэтиленовой заваренной упаковке. В пакетиках был мелкий порошок светло-желтого цвета, а на пакетике — о радость! — этикетка: «Сорбиновая кислота». Я бросился к сотрудникам, которые занимались тяжелым трудом, связанным с переездом: «Смотрите, что я нашел! У кого есть дача? Кто готовит всякие соленья-варенья? У вас тут прекрасный консервант, его нужно только перекристаллизовать, хватит всем навсегда...» Однако мой энтузиазм не вызвал отклика. Я взял пару пакетиков, а для перекристаллизации использовал продававшийся в те годы в литровых бутылках импортный (из Нидерландов) спирт «Royal». Поговаривали, что спирт технический, но я не собирался его пить. А для перекристаллизации он вполне подходил — в смеси с водой 1:2. Хранил очищенную кислоту в небольших аптечных баночках из темного стекла с плотно закрывающейся крышкой, и все равно вещество медленно окислялось и желтело. Для взвешивания использовал самодельные весы типа аптечных. Чашками служили очень легкие пластиковые баночки из-под детских йогуртов, а разновесами — кусочки алюминиевой проволоки, откалиброванные по «настоящим» аптечным весам с разновесами. Проверка показала, что такие весы реагируют даже на 0,05 г.

И в течение многих лет, пока кусты хорошо плодоносили, а мы за ними хорошо ухаживали, не совсем случайно доставшийся мне консервант верой и правдой исполнял свои прямые обязанности. Да и сейчас я его изредка использую для варенья из китайских яблочек или из черной рябины, собирать которые меня приглашают соседки. А добавки к варенью, содержащие пектин и сорбиновую кислоту, теперь нетрудно купить в магазине. Оказывается, варенье, в котором сахара вдвое меньше, чем предписывали бабушкины рецепты, не только дешевле, но вкуснее и полезнее.

**И.А.Леенсон**



# Полезное иго



ЖЕРТВЫ НАУКИ

Монгольские песчанки, маленькие милые мышеподобные создания, пока еще никому не принесли Нобелевской премии. Но это не значит, что нам нечего рассказать об исследованиях с их участием. Эти дружелюбные грызуны помогают изучать эпилепсию, нарушения слуха, воспалительные заболевания кишечника и разнообразные инфекционные болезни.

## Портрет

Песчанки — это не один род и тем более не один вид животных, а подсемейство или даже целое семейство грызунов, смотря по тому, какой классификации придерживается конкретный исследователь. Подавляющее большинство песчанок живет в сухих местностях — степях и пустынях. Многие копают себе норы и образуют сообщества. Самые крупные — большие песчанки, они размером с крысу. Все остальные, как правило, более скромных габаритов, но зачастую крупнее мышей.

Чаще всего домашними питомцами и лабораторными животными становятся представители вида *Meriones unguiculatus* — монгольская песчанка. Они действительно обитают в Монголии, а также в Китае. Весят обычно не более 100 граммов, самцы чуть крупнее самок. Аккуратное туловище, длинный хвост с кисточкой на конце, большие глаза и приятный запах, исходящий от маркерной железы на животе, добавляют зверьку очарования. Без крайней нужды монгольские песчанки не кусаются, на контакт идут легко, к рукам при должной аккуратности привыкают быстро. Как

жители засушливых регионов, они пьют немного воды, и соответственно жидких выделений у них очень мало. На практике это означает, что при содержании их в неволе в клетках «крысиный» запах появляется нескоро, даже если подолгу не менять подстилку. Питаются они в основном зернами различных растений, хотя в рационе песчанок других видов может преобладать трава.

Монгольские песчанки никогда не против компании и даже скорее страдают без нее. В дикой природе соседом обычно бывает сородич противоположного пола, но в лабораториях и жилых домах такое соседство приводит к неконтролируемому размножению. Поэтому стоит завести питомцев одного пола.

## История

Европейцы и американцы познакомились с монгольскими песчанками достаточно поздно из-за удаленности их местообитания. Поэтому у песчанок нет такой богатой истории участия в медико-биологических экспериментах, как у морских свинок, собак и кошек. Распространение монгольского ига в на-

учном мире началось в 1933 году, когда песчанки появились в исследовательских лабораториях азиатских стран — например, Египта, Ирана и Палестины, где монгольские песчанки не живут, зато водятся представители близких видов. Везти туда множество подопытных животных было не с руки, приходилось довольствоваться местной фауной. Песчанки дружелюбны, даже если их не приручают специально, и они неплохо подошли на роль лабораторных мышей и крыс с азиатским колоритом.

Дело в том, что, хотя песчанки в целом отличаются крепким здоровьем, они все же подвержены некоторым инфекционным заболеваниям. Среди них бруцеллез, туберкулез, проказа, бешенство. Песчанки страдают от паразитических червей, чаще всего круглых («*Journal of Helminthology*», 2016, 90, 5, 569—576, doi: 10.1017/S0022149X15000760). Кроме того, известно, что монгольские песчанки («*Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*», 2016, 10, 37, 8, 1108—1111, doi: 10.3760/cta.j.issn.0254-6450.2016.08.011), как и большие песчанки *Rhombonyx opimus*, сыграли немалую роль в распространении чумы. Патологические изменения, вызываемые в тканях возбудителями всех перечисленных болезней, сравнительно легко изучать на песчанках. К тому же на них можно отрабатывать схемы лечения тех или иных инфекций с использованием новых лекарств. По-

этому ученые разных стран начали вывозить монгольских песчанок для своих лабораторий. Так они попали в Японию, а оттуда — в США.

Сейчас монгольские и прочие песчанки более известны как домашние питомцы — редкий случай, когда вид изначально использовали в экспериментах и только потом поняли, что его представителей можно просто держать дома для удовольствия. Обычно случается наоборот.

## Слух и зрение

Несмотря на то что монгольские песчанки — грызуны, а животные этой группы обычно слышат и издают очень высокие звуки, диапазон частот, воспринимаемых представителями данного вида, включает в себя «басы» и близок к человеческому. Вот почему на них удобно изучать работу слуховой системы, ведь практически все звуковые стимулы, которые можно предъявить песчанке, будут слышны и экспериментатору.

За восприятие звуков у людей и песчанок отвечает множество структур. В-первых, это волосковые клетки улитки («Hearing Research», 2015; 325, 12—26, doi: 10.1016/j.heares.2015.03.002), которые чувствительны к колебанию особой жидкости во внутреннем ухе, вызванному звуковыми волнами. В-вторых, это нижние бугорки четверохолмия среднего мозга; они обрабатывают информацию, приходящую по вестибулокохлеарному нерву от волосковых клеток. В-третьих, это сам вестибулокохлеарный нерв и прочие проводящие пути, по которым передается слуховая информация (PLoS One, 2016, 11, 8, e0160241, doi: 10.1371/journal.pone.0160241). Все эти структуры исследуют с помощью песчанок.

Есть публикации и по зрительной системе песчанок. Обычно для ее изучения снимают электроретинограмму — запись электрических сигналов сетчатки, светочувствительной структуры глаза («Neuroscience Letters», 2015; 589, 7—12, doi: 10.1016/j.neulet.2015.01.018).



Словом, работы с песчанками у физиологов сенсорных систем много.

## Эпилепсия

Примерно половина популяции монгольских песчанок подвержена припадкам, похожим на эпилептические. Чаще всего они впервые проявляются спонтанно в возрасте около трех месяцев и проходят к моменту окончательного взросления, то есть еще до года. Эпилепсия у песчанок наследуется. Логично было использовать их в качестве модели для изучения данного заболевания. Эксперименты на них позволяют лучше понять, что происходит в мозге во время припадков. А чтобы определить место избыточной сигнализации нервных клеток (то есть локализовать эпилептогенный очаг), нужно хорошо понимать анатомию нервной системы. Существуют целые атласы мозга монгольских песчанок — не всякое мелкое животное удостоивается такой чести. Для создания атласов использовали не только гистологические методы, которые требуют умерщвления животного, но и более человеческие во всех смыслах способы — компьютерную и магнитную томографию. Правда, для получения томограммы зверек должен лежать неподвижно, а учитывая непоседливость песчанок, приходится давать им наркоз.

## Воспалительные заболевания кишечника

В норме монгольские песчанки редко страдают расстройствами пищеварения. Однако их можно вызвать экспериментально, действием таких веществ, как декстрансульфат натрия. В одном из исследований («International Journal of Experimental Pathology», 2010, 91, 3, 281—287. doi: 10.1111/j.1365-2613.2009.00701.x) монгольским песчанкам добавляли его в питьевую воду в течение девяти дней: подопытных грызунов разделили на несколько групп, и каждая получала декстрансульфат натрия в какой-то определенной концентрации. Оказалось, что нарушения работы кишечника у большинства начинают проявляться уже на четвертый день. При этом различные участки кишечника в разной степени чувствительны к декстрансульфату. Первой «сдается» слепая кишка: для нарушений целостности ее стенок достаточно всего 1%-ной концентрации вредного вещества в воде. Дольше держится прямая кишка: чтобы повреждения ее стенок стали заметны при гистологическом исследовании, требуется все девять дней поить песчанку 2%- или 4%-ным раствором декстрансульфата натрия. Мучают

зверьков не просто так: исследователи учатся создавать воспроизводимую модель для исследования заболеваний желудочно-кишечного тракта.

## Монгольские песчанки в России

В нашей стране с песчанками работает несколько исследовательских групп, но в большинстве случаев их эксперименты непосредственно не касаются медицины.

Группа Жанны Ильиничны Резниковой в Новосибирске изучает, как одни песчанки получают знания от других. Считается, что передача навыков от одних членов группы другим — достаточно сложная форма обучения, присущая в основном приматам, но не грызунам с их крайне низким количеством извилин. Однако оказалось, что монгольские грызуны, пойманные в дикой природе, с интересом наблюдают за своими сородичами, которые успешно охотятся на насекомых. Песчанки могут и не есть членистоногих: как мы уже говорили, основу их рациона составляют семена растений. Тем интереснее, что они перенимают друг у друга навыки, необязательные для выживания: глядя на искусных охотников, потихоньку обучаются преследовать добычу, захватывать ее лапками и поедать. Для успеха операции важно выполнить все эти действия, ничего не пропустив.

В Новосибирске монгольских песчанок не подвергают никаким болезненным процедурам, ведь исследования не физиологические, а поведенческие. Однако так происходит не везде. По глупой случайности погибли песчанки в космическом эксперименте. Конструкторы спутника «Бион-М», на котором отправились в месячный полет вокруг Земли млекопитающие, рептилии и моллюски (см. «Химию и жизнь», 2013, 7), почему-то не учли разницу в размерах крыс и монгольских песчанок, а также страсть последних к грызению доступных поверхностей. Песчанок посадили в боксы, по размеру больше подходящие крысам. В стенках были зазоры, достаточно широкие, чтобы зверьки могли просунуть в них голову и перегрызть проводку, обеспечивающую подачу корма и вентиляции. Собственно, именно это они и сделали. В итоге все песчанки умерли от недостатка кислорода и голода. Жаль, что никто не обратился за консультацией к знатокам их повадок.

**С. Ястребова**

# Непобедимые улитки

Сочное беспозвоночное, которое укрывается в собственной раковине, может быть уверено: его оттуда будут вытаскивать. Чтобы отбиться от хищников и сделать свое обиталище неприступным, улитки проявляют чудеса изворотливости.

## Не щит, но булава

Все герои нашего сегодняшнего повествования живут в Японии. То ли тамошние моллюски отличаются изобретательностью, то ли японцы уделяют особое внимание изучению своих улиток. Итак, встречайте первую пару. В синем углу сухопутные брюхоногие рода *Karafiohelix*, в красном — хищные жуки-жужелицы (поедателей моллюсков называют малакофагами). Жужелицы разгрызают раковины улиток своими прочными челюстями или просовывают голову и грудь во входное отверстие, кусают улитку, а затем вытаскивают из ракушки (рис. 1). Уцелеть могут лишь моллюски с прочной раковиной и узким входом. Однако некоторые виды карафтохеликсов используют свою раковину не как щит, а как дубину, которой отбиваются от нападающих («Scientific Reports», 2016, 6, 35600, doi: 10.1038/srep35600).

Специалисты японских университетов Хоккайдо и Тохоку и Биолого-почвенного института ДВО РАН проанализировали



1  
Жужелица *Damaster blaptoides* поедает улитку

поведение восьми видов *Karafiohelix*, обитающих на Хоккайдо и российском дальневосточном побережье. Улитку, находящуюся в одиночном пластиковом корытце, щипали сзади пинцетом и наблюдали за ее реакцией. Представители шести видов очень быстро втягивались в раковину (рис. 2). Однако островные *K. gainesi* и материковые *K. selskii* никогда так не поступают. В ответ на укус они несколько раз резко поворачивают раковину влево и вправо. Одна *K. gainesi* и две *K. selskii* раковиной не махали, но и не втягивались, выпуская вместо этого обильные пузыри, окружающие тело. Несколько улиток *K. editha* и *K. gainesi* (оба вида живут бок о бок на Хоккайдо) посадили с жужелицами. Наедине с жуком улитки повели себя так же, как при щипании пинцетом: *K. editha* прятались в раковину, а *K. gainesi* отмахивались ею от надоедливых малакофагов, причем весьма эффективно.

Филогенетический анализ разделяет улиток-карафтохеликсов на две клады: островную и материковую. Активная форма защиты встречается в обеих кладах, следовательно, она возникла независимо несколько раз. Разница в поведении изменила и внешний облик улиток. У активных видов больше диаметр раковины и входного отверстия, что позволяет им иметь крупное тело и мощную мускулатуру. Такая особь, двинув жужелицу раковиной, не только отбросит хищника, но может даже и покалечить. А у пассивных улиток вход узкий, с угловатыми краями, чтобы жукам было трудно просунуть туда голову.

Наземные брюхоногие выбирают полового партнера в зависимости от размера тела, поэтому разница в габаритах препятствует скрещиванию и способствует видо-

образованию. В результате обитающие по соседству активный *K. gainesi* и пассивный *K. editha* внешне различаются настолько, что систематики до недавнего времени относили их к разным родам. Поскольку условия обитания у них одинаковые, так повлиять на карафтохеликсов могла только стратегия защиты от хищников.

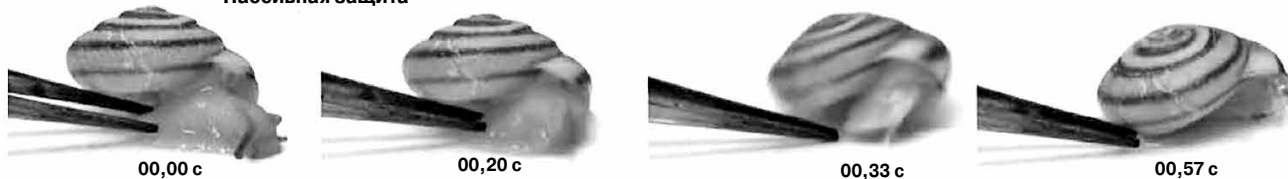
## Смена ориентации

Активная защита позволяет отмахнуться от жужелиц, но змей так не отогнать. Они тоже не прочь полакомиться улитками, а некоторые виды на них специализируются. В Японии обитает неядовитая змея *Pareas iwasakii*, которая питается преимущественно слизнями и улитками. Разбить или раздавить раковину она не может, зато выработала особый охотничий прием и специальный захват. Хищник подкрадывается к добыче сзади и хватает за тело, наклонив голову влево, а затем переворачивает улитку. При этом морда змеи оказывается прямо во входном отверстии раковины, из которой она вытаскивает тело моллюска (рис. 3).

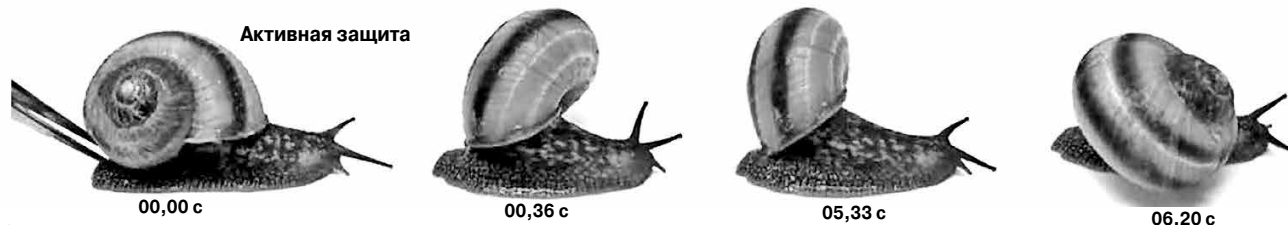
Раковина наземных улиток в большинстве случаев закручена вправо (по часовой стрелке). *P. iwasakii* приспособлена к охоте именно на таких улиток. Ее нижняя челюсть асимметрична: на правой половине зубов значительно больше, чем на левой, благо-

2  
В ответ на раздражение улитка *Karafiohelix editha* прячется в раковину (наверху). *Karafiohelix gainesi* в такой ситуации отмахивается раковиной, разворачивая ее влево и вправо (внизу). Чтобы спрятаться в раковину, улитке требуется меньше секунды, на один полный размах — тоже

### Пассивная защита

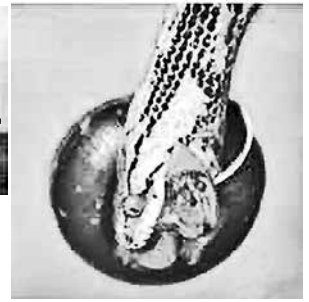


### Активная защита





3  
*Pareas iwasakii* хватает улитку



4  
Нижние челюсти змеи *P. iwasakii* (вид сверху).  
Справа на шесть зубов больше, чем слева

даря чему она превратилась в специализированный инструмент для выковыривания моллюсков из правозакрученной раковины (рис. 4). Змея при этом двигает попеременно то правой, то левой половинкой челюсти вперед и назад.

Среди улиток встречаются и левозакрученные. Закрученность зависит от рецессивной мутации в одном ядерном гене. Сменив ориентацию, улитка не может спариваться с правозакрученными особями, поскольку расположение их половых органов также меняется. Невозможность скрещиваться с большей частью популяции существенно ограничивает репродуктивные возможности улитки, поэтому отбор должен противодействовать распространению такой мутации. Однако когда на левозакрученную улитку нападает змея, привычно наклонив голову влево, перед ней оказывается не вход в

5  
Раковины *Satsuma caliginosa caliginosa*, живущей рядом со змеями (слева), и *S. s. picta*, которая с ними не встречается. На левой фотографии виден порожок при входе в раковину



раковину, а стенка. Такую раковину змея не может удержать в пасти, а это для улитки настолько существенное преимущество, что неудобства спаривания отступают на второй план.

Японский исследователь Масаки Хосо и его коллеги из университетов Тохоку и Киото предположили, что левозакрученность защищает улиток от *P. iwasakii*, поэтому должна чаще встречаться там, где обитает эта змея. Эту гипотезу ученые проверяли на моллюсках рода *Satsuma*: правозакрученной *S. mercatoria* и левозакрученной *S. perversa* («Nature Communication», 2010, 1, 133, doi: 10.1038/ncomms1133). Их скармливали змеям, снимая процесс на видеокамеру. Ссылка на мнение комитет по этике в статье нет. Наблюдатели убедились, что змеи своих привычек не меняют, голову при атаке наклоняют влево, и ни одна из правозакрученных улиток не уцелела. Зато 87,5% левозакрученных моллюсков благополучно пережили встречу с хищником — он не может их удержать и роняет. С левозакрученной улиткой змея справляется лишь в том случае, когда раковина достаточно мелкая, диаметр более 25 мм ей уже не по зубам.

Оба вида *Satsuma* живут и там, где водятся *P. iwasakii*, и там, где их нет. Наблюдения показывают, что в ареале малакофагов преобладает *S. perversa*, то ли потому, что хищничество стимулирует возникновение левозакрученности, то ли потому, что правозакрученных активно пожирают.

## Хвост или жизнь

Судьба правозакрученных улиток тяжела, но не безнадежна: взрослые особи укрепляют вход в раковину и образуют на его внутренней стороне нарост, мешающий змее прогрызаться внутрь (рис. 5). К сожалению, моллюски, которые еще продолжают расти, такой инновации позволить себе не могут. Но это не значит, что правозакрученная молодежь обречена.



## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Неутомимый Масаки Хосу обнаружил, что молодые японские улитки *Satsuma caliginosa caliginosa* при нападении змеи отбрасывают хвост, подобно ящерицам («Proceedings of the Royal Society B», 2012, 279, 4811–4816, doi:10.1098/rspb.2012.1943). Такое явление называется автотомией, а «хвост», в данном случае, условное название задней части ноги. Естественно задать вопрос: добровольно ли улитка расстается с хвостом или змея его попросту отгрызает? Однако у *P. iwasakii* зубы как иголки, ими можно ухватить мягкий хвост, но нельзя его откусить. К тому же потеря части ноги спасает улитке жизнь, так что это автотомия. Ее механизм пока неизвестен.

Верный своим привычкам, Масаки Хосо отдавал улиток змеям на съедение. Эту встречу пережило около 60% моллюсков, из них 54,5% отделалось небольшими травмами, остальные сохранили жизнь ценой хвоста. Отстаевают они его под самый корень. В неволе хвост отрастает примерно за месяц. Он меньше и светлее предыдущего и не имеет внутренней бороздки, различия сохраняются около года, поэтому улитки, пережившие автотомию, хорошо заметны в естественных условиях. Их там около 11%.

Масаки Хосо отмечает, что *S. caliginosa* со следами автотомии встречаются только в тех регионах, где живут и змеи. При встрече с другими малакофагами, разбивающими или прогрызающими раковину, этот прием бесполезен, так что незачем его и применять. Регенерация хвоста требует энергии и питательных веществ, поэтому задерживает рост раковины. Тем не менее раковина в конце концов дорастает до обычных размеров, взрослые улитки наращивают порог у входа и спасаются от змей по-своему.

Судя по значительному количеству обезноженных улиток, эта тактика себя оправдывает. Случаи автотомии известны и у других моллюсков, обладающих очень хрупкой раковиной или не имеющих ее вовсе. Однако потеря хвоста *S. caliginosa* — первый случай автотомии у моллюска с достаточно прочной раковиной, полностью закрывающей тело. На выдумки хитра не только голь.

Н.Анина



# Двигаясь вокруг бациллы

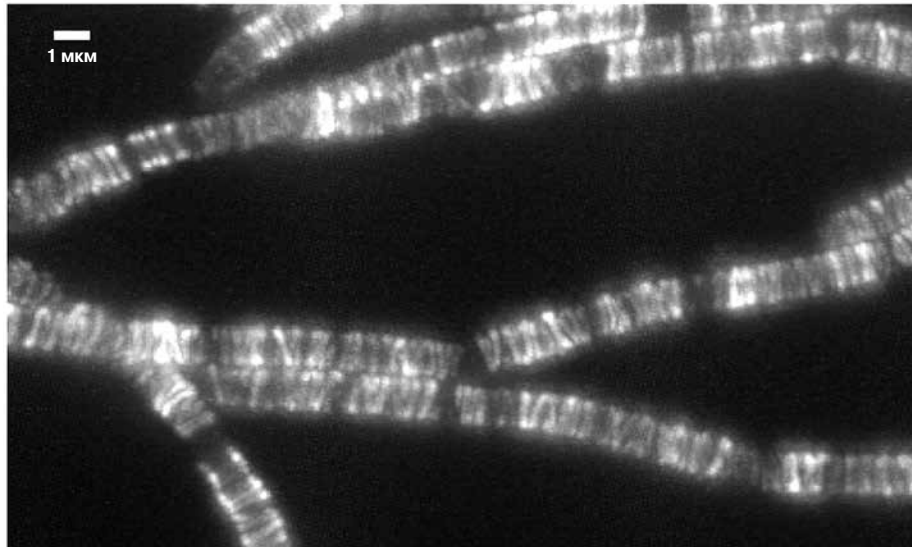
Клеточная стенка бактерий — их броня и одновременно уязвимое место, поскольку многие антибиотики легко ее разрушают. Недавно ученые обнаружили новые белки, жизненно важные для синтеза бактериальной стенки, а это означает появление в ближайшем будущем новых лекарств.

Практически каждая бактериальная клетка помимо мембраны окружена еще стенкой, то есть фактически упакована в персональный ящик. Именно этот экзоскелет, придающий клетке форму и защищающий от осмотического разрушения, позволил бактериям 3—4 млрд лет назад расселиться по всему миру. Без клеточной стенки бактерия погибнет.

Бактериальная стенка представляет собой сеть, сплетенную из сложных макромолекул, называемых пептидогликанами. Это полисахаридные (полигликановые) цепи, сшитые друг с другом короткими пептидными мостиками. Для образования и сборки клеточной стенки необходимо несколько ферментов. Прежде всего это пептидогликан-гликозилтрансфераза (ГТ), которая обеспечивает синтез полигликановых нитей. Растущие полимеры включаются в существующую сеть с помощью транспептидазы (ТП), сшивающей эти нити пептидными мостиками (рис. 1).

Оба типа ферментов относятся к пенициллин-связывающим белкам (РВР, от английского penicillin-binding proteins). Как понятно из названия, именно эти белки блокирует антибиотик пенициллин и его производные. Синтез клеточной стенки поддерживают белки РВР, относящиеся к классу А (аРВР). У них два активных центра, обладающих разными ферментативными активностями: ГТ и ТП. Есть еще белки класса В (bРВР), которые не могут синтезировать полисахариды и обеспечивают только белковые сшивки (см. таблицу). У клеток есть несколько ферментов аРВР и лишь один жизненно необходимый для деления фермент bРВР.

Таким образом, бактерия, лишённая ферментов аРВР, теоретически не способна построить клеточную стенку и обречена на гибель. Однако в последние



1  
Когда бацилла делится, ее клетка сначала растет в длину, а затем распадается надвое. Этот процесс сопровождается ростом клеточной стенки, который обеспечивает подвижный ферментный комплекс. Специальное окрашивание позволяет увидеть движение этого комплекса (светлые полоски) вдоль растущих клеток *Bacillus subtilis*

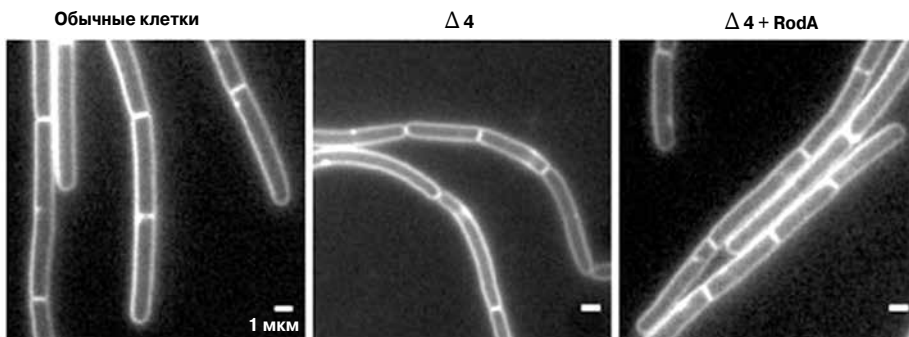
годы из лабораторий поступают сообщения о том, что в одном из мутантных штаммов *B. subtilis* под названием  $\Delta 4$  инактивированы все четыре белка aРВР. При этом мутации почти не сказались на фенотипе клеток и не повлияли на их рост или деление (рис. 2). Оставалось предположить, что в мутантных клетках действует неизвестная науке пептидогликан-гликозилтрансфераза, которая и обеспечивает синтез полисахаридов.

За поиски этого белка взялись специалисты Гарвардской медицинской школы и Гарвардского университета под руководством Томаса Бернарда

и Дэвида Раднера («Nature», 2016, 573, 634 — 638, doi:10.1038/nature19331). Таинственным ферментом оказался RodA, относящийся к классу белков SEDS. Эти мембранные белки отвечают за форму, рост, подвижность и споруляцию бацилл (shape, elongation, division, sporulation). Однако функции конкретных белков данной группы изучены плохо. RodA удлиняет пептидогликановые нити и действует в комплексе с транспептидазой bРВР.

Если ген *RodA* ввести в клетки штамма  $\Delta 4$ , избыточный синтез этого фермента полностью восстанавливает фенотип мутанта (см. рис. 2). Ферментный комплекс RodA-bРВР движется вдоль растущей в длину клетки, обеспечивая образование клеточной стенки (см. рис.

2  
Отсутствие всех ферментов aРВР практически не влияет на фенотип и деление клеток *B. subtilis*, а при избытке фермента RodA они полностью восстанавливаются



Некоторые ферменты, необходимые для образования клеточной стенки бактерий

Белок	Активность
aPBP	Обеспечивают синтез полигликановых нитей клеточной стенки и пептидные сшивки между ними, благодаря которым нити образуют сеть
bPBP	Осуществляет только пептидные сшивки между нитями, действует в комплексе с белками SEDS
SEDS (PodA, FtsW)	Обеспечивают только синтез полигликановых нитей, работают в комплексе с bPBP



НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

1). Ученые полагают, что способностью синтезировать пептидогликаны обладает и другой белок SEDS, FtsW.

SEDS — очень консервативное семейство белков и присутствует практически во всех бактериях, даже в тех, которые не обладают ферментами aPBP, таких, например, как возбудитель туляремии *Francisella tularensis* и *Chlamydia trachomatis*, вызывающая хламидиоз. Тем не менее эти микроорганизмы синтезируют клеточную стенку. Теперь понятно, что они делают это с помощью ферментной пары SEDS-bPBP.

Белок RodA оказался устойчив к действию антибиотика моеномицина, подавляющего рост клеточной стенки у многих бактерий. Возможно, именно он обеспечивает природную устойчивость к моеномицину у некоторых штаммов бацилл. Исследователи не сомневаются, что найдется другой антибиотик,

который будет действовать на RodA и к которому клетки еще не приобрели устойчивости. И поскольку белки SEDS есть у большинства бактерий, такое лекарство должно обладать широким спектром действия, особенно если применять его в сочетании с другими антибиотиками.

Поиски этого соединения уже начали британские ученые из университета Ньюкасла. Заодно они повторили эксперименты исследователей из Гарварда и подтвердили их результаты («Nature Microbiology», 2017, 2, 16253, doi: 10.1038/nmicrobiol.2016.253). Антибиотик отыскали среди биологически активных соединений, синтезируемых актиномицетами. Это бактерии, которые иногда образуют ветвящийся мицелий, поэтому их называют также лучистыми грибами. Актиномицеты — продуцент антибиотиков тетрациклиновой группы,

а также стрептомицина, эритромицина, олеандомицина, канамицина и некоторых других. Многие из этих препаратов действуют на бактерии, устойчивые к другим антибиотикам.

Актиномицеты и тут не подвели, исследователям удалось выделить соединение, подавляющее рост мутантного штамма бацилл Δ4 и золотистого стафилококка *Staphylococcus aureus*, а также, в сочетании с моеномицином, рост бацилл с действующими aPBP. При этом антибиотик не действует на эукариотические клетки дрожжей *Schizosaccharomyces pombe*.

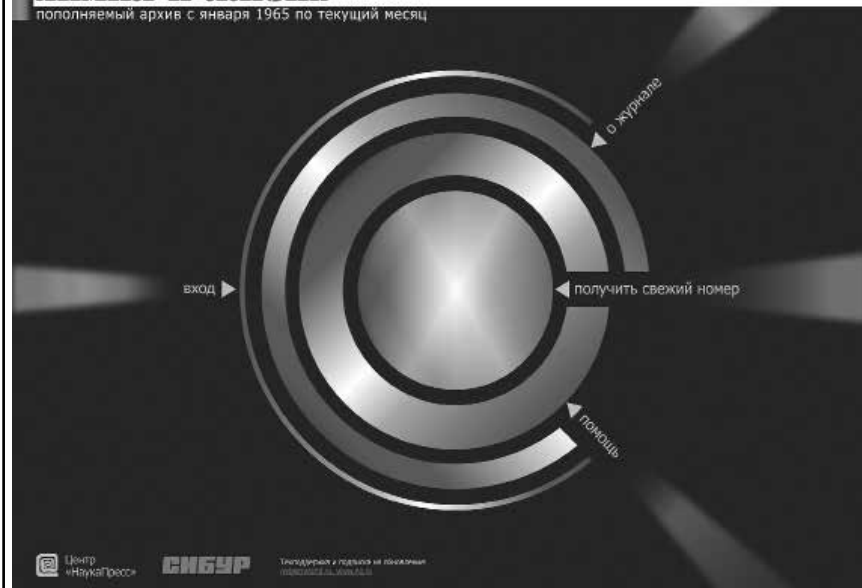
Ученые отмечают, что существование природного соединения, действующего на RodA, подтверждает идею о том, что этот белок жизненно важен для клетки и может стать мишенью для новых антибиотиков. Их уже начали искать.

Н.Л.Резник

## Долгожданный, уникальный, удобный! Аналогов нет! Мы опять первые!

**ХИМИЯ И ЖИЗНЬ**

пополняемый архив с января 1965 по текущий месяц



Вы покупаете архив, устанавливаете на свой компьютер, и он автоматически обновляется каждый месяц. Все самое интересное легко найти и в старых, и в новых номерах.

Цена 1300 р. без учета скидок. Чтобы получить скидку при покупке архива, пришлите до 1 мая 2017 года заявку с кодовым словом АРХИВ 17 на адрес редакции: [redaktor@hij.ru](mailto:redaktor@hij.ru).

# Очерки комбустиологии: безумные идеи

Кандидат медицинских наук

**Т.Г.Руденко,**

Первый Московский государственный медицинский университет им.И.М.Сеченова, Институт регенеративной медицины

По мере развития медико-биологических наук учение о ранах и методах их лечения пополнялось новыми знаниями, появлялись новые гипотезы и идеи. Однако не все они встречали безоговорочное одобрение как среди ученых-теоретиков, так и среди врачей-практиков. Некоторые из них были поначалу решительно отвергнуты, считались опасными и безумными. Но история развития науки убеждает нас в том, что прогрессу науки во многом способствовали именно «безумные» идеи. Вспомним знаменитое высказывание великого Нильса Бора: «Если идея не кажется безумной, от нее не будет никакого толку». И еще уточнял, что она (идея) должна быть «достаточно безумной, чтобы оказаться верной».

## Сухое и влажное

Долгое время специалисты полагали, что оптимальные условия для заживления ран обеспечивает сухое микроокружение, поскольку инфекция — главная причина всех нарушений раневого процесса — лучше развивается во влажной среде. В практике отечественной комбустиологии до сих пор придерживаются тактики «сухого» ведения ожогов. Важную роль в распространении этой доктрины сыграли масштабные микробиологические исследования, проводившиеся в начале 50-х годов XX в. Многочисленные эксперименты *in vitro* показали, что высыхание губительно для золотистого стафилококка, микрококков и особенно синегнойной палочки — основных возбудителей раневой инфекции. Эти результаты обосновали мнение о том, что высыхивание тканей и формирование на ране плотного сухого струпа создает неблагоприятные условия для бактерий. Однако мы не напрасно в предыдущем предложении выделили выражение *in vitro*, что означает «в стекле», то есть в пробирке, в чашке Петри, в лабораторных условиях.

Продолжение. Начало в № 1—3.



В живом организме, *in vivo*, все обстоит не так просто. Под плотными сухими корками остается достаточно влаги для существования микробов и развития нагноения. А вот для сохранившихся жизнеспособных клеток и тканей тактика постоянного высушивания губительна. В обезвоженных тканях повышается концентрация токсичных продуктов распада и токсинов, выделяемых микробами. Резко снижается подвижность клеток, участвующих в процессах регенерации, и их функциональная активность, заторможены механизмы межклеточного взаимодействия. В конце концов они просто гибнут, отравленные токсинами, развиваются вторичные некрозы. Наилучшим образом подобную ситуацию характеризует краткое, но емкое определение: «Сухая рана — мертвая рана». Налицо парадокс: в своем стремлении уничтожить микробы мы идем против природы и губим собственные клетки и ткани! Смена взглядов на проблему становилась насущной необходимостью.

Характерной приметой того времени (50—60-е годы прошлого века) можно назвать широкое внедрение во все сферы жизни, в том числе и в медицину, синтетических полимеров. Для лечения

ран стали предлагать новые формы повязок — синтетические и биосинтетические пленочные покрытия. Они препятствовали испарению жидкости, и раневая поверхность под ними оставалась влажной.

В 1962 году английский биолог Георг Винтер впервые опубликовал результаты своих экспериментальных исследований, показавших, что влажное окружение ускоряет эпителизацию ран.

Практически одновременно с ним советский хирург Рахмиль Брейтман сообщил о собственных наблюдениях, уже не лабораторных, а клинических, которые доказывали, что во влажной среде под полиэтиленовой пленкой заживление ран происходит заметно быстрее. Это были первые сообщения, открывшие новую главу в учении о ранах — концепцию влажного заживления. В последующие годы многочисленные экспериментальные и клинические исследования убедительно доказали, что формирующееся под влагосберегающими повязками влажное микроокружение

оптимизирует раневой процесс. Концепция становилась теорией. Основное ее положение состоит в том, что влажная среда (moist environment) предотвращает обезвоживание тканей и гибель клеток, при этом активизирует их пролиферацию и биосинтетические функции, в частности синтез коллагена, медиаторов воспаления и факторов роста. Многие независимые исследования показали, что влагосберегающие покрытия и влажная среда предотвращают проникновение инфекции извне, снижают вирулентность микробов и даже могут подавлять их рост благодаря усилению бактерицидной способности фагоцитов. Тогда же установили: во влажной среде снижается степень адгезии (взаимного слипания) и колонизации бактерий, что, как мы теперь знаем, препятствует образованию биопленок. Таким образом, опасения по поводу повышенного риска развития инфекции по сравнению с традиционной тактикой высушивания оказались несостоятельными.

Влажная среда благотворна и для естественного аутолитического очищения ран путем ферментативного некролиза и фагоцитоза. В сухих ранах миграция макрофагов и их фагоцитарная активность резко заторможены, а тканевые гидролазы практически не действуют.

Еще один важный плюс — уменьшение болезненности под пленочными повязками. Благодаря постоянному присутствию влаги повязка не прилипает к поверхности раны и при перевязках легко снимается, не травмируя новообразованные грануляции и эпителий.

Хотя с момента первых публикаций появилось немало веских доказательств в пользу влажной среды, преодолеть устоявшиеся традиционные представления оказалось нелегко. Но постепенно взгляды клиницистов на принципы новой теории и терапии стали меняться.

Следует отметить, что и в России, и за рубежом концепция влажного заживления получила наибольшее распространение в практике местного лечения хронических ран: трофических венозных язв, язвенно-некротических поражений стоп при сахарном диабете и др. Труднее всего новая теория преодолевала сопротивление и неприятие в сообществе комбустиологов. Ее сочли безумной, поскольку она не просто выходила за рамки устоявшейся системы взглядов, но активно отвергала золотые стандарты и правила господствующей парадигмы. Дамоклов меч возможного развития инфекционных осложнений отсекал все разумные доводы. Казалось, приверженцы «сухой тактики» напрочь забыли о том, что 50—70% массы тела человека составляет вода. А это значит, что все биохимические реакции, обеспе-

чивающие обмен веществ в организме, протекают только в жидкой фазе! В обезвоженных тканях ограничена, а то и вовсе отсутствует миграция в зону поражения клеток, организующих репаративный процесс. Движимые желанием избавиться от бактерий, высушив их, мы практически отстраняем от борьбы собственные силы организма и все надежды возлагаем на внешние воздействия — антибиотики, антисептики, которые, как мы теперь знаем, становятся все менее эффективными.

А ведь идея лечения ожогов во влажной среде не так уж и нова. Кто-то забыл, а многие и не знали, что еще в XIX веке немецкий военный врач Карл Тирш, классик комбустиологии, лечил пациентов с обширными ожогами, погружая их в ванны с водой, где они находились недели и даже месяцы. Это ускоряло очищение ран от некрозов и позволяло восстановить кожный покров. И главное, при этом пациенты не так страдали от боли. Позже, во время Второй мировой войны, хирурги британской армии широко применяли лечение ран и ожогов в водной среде. Вот уж поистине все новое — это хорошо забытое старое. В нашей стране с 1990 года возобновлением этих методик занимаются сотрудники кафедры биологии с экологией Ивановской государственной медицинской академии под руководством доктора биологических наук, профессора П.П.Иванищука. Они разработали несколько моделей камер-изоляторов, обеспечивающих длительное и непрерывное пребывание раневой поверхности в жидкой среде. Но, как и многие методики, использующие сложные приспособления, эти конструкции пока еще не вышли за рамки эксперимента.



1  
В.А. Мензул (слева) и П.Ш. Брейтман (1925—2003)

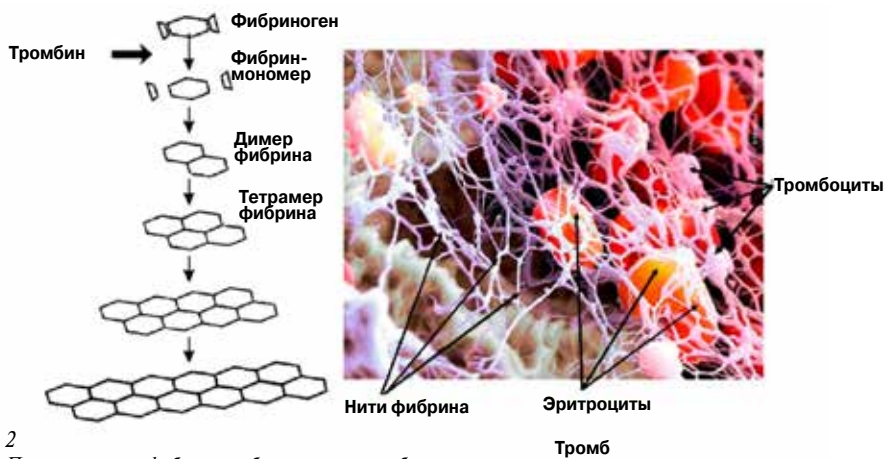


## Пленка-повязка DDB-M и собственная жидкая среда

Но вернемся к лечению ожогов под повязками. Большая заслуга во внедрении методов влажного заживления в практику комбустиологии принадлежит одному из основоположников этой теории — Рахмилю Шимоновичу Брейтману и его ученику и последователю Василию Александровичу Мензулу, который более 16 лет возглавлял Московский областной детский ожоговый центр (МОДОЦ) на базе Люберецкой детской городской больницы (рис. 1).

Рахмиль Шимонович Брейтман родился в 1925 году в городе Рышкановке (Бессарабия) в семье врача. В начале Великой Отечественной войны ушел добровольцем в действующую армию, воевал на Западном фронте. После тяжелого ранения, полученного под Оршей, остался инвалидом. Ему в это время не было и 18 лет. В своей книге «Моя жизнь в науке» (1985) он пишет: «Я уверен, что испытанная мною боль была одной из причин того, что, став впоследствии врачом, я всегда искал все возможности для облегчения боли страдающего больного». В конце 50-х годов Брейтман окончил Черновицкий медицинский институт. Работал врачом-хирургом в городе Донецке. В июне 1966 защитил диссертацию и получил диплом кандидата медицинских наук. В 1975 году эмигрировал в Израиль, где почти 30 лет проработал в хирургической клинике Рамат-Ган.

В рамках международной ассоциации International Wound Association (IWA), основателем и бессменным президентом которой был доктор Брейтман, ежегодно, начиная с 1990 года, проходил международный конгресс «Рана, ожог и повязка» (Wound, Burn and Dressing). Там представляли результаты исследований медико-биологических свойств пленочных влагосберегающих покрытий, экспериментальные и теоретические обоснования медицинских технологий, использующих концепцию влажного заживления, а также многочисленные клинические примеры эффективного применения этих технологий при ле-



2  
 Полимеризация фибрина и образование тромба

чении ран и ожогов. На одной такой конференции в 1992 году встретились Рахмил Брейтман и Василий Мензул, молодой руководитель МОДОЦ. Эта встреча положила начало многолетнему плодотворному сотрудничеству.

Итак, в 1960 году Р.Ш. Брейтман впервые предложил применять для лечения ожогов и ран сплошную полиэтиленовую повязку. Он использовал ее вместе с «антибактериальной присыпкой», изготовленной по его собственной рецептуре. Поверхность раны посыпали сухим порошком сложного состава и поверх накладывали пленку, которую фиксировали пластырем или бинтом.

Впоследствии В.А.Мензул предложил эту повязку усовершенствовать. Она превратилась в полиэтиленовую ленту-рукав, на внутреннюю (прилежащую к ране) поверхность которой распыляли сухую антимикробную смесь. В таком виде повязка была запатентована как «Перевязочное средство DDB-M (Dressing-Dressing dr. Breitman-dr. Menzul)», патент № 2093126 1996 года. По мере накопления опыта конструкция повязок и состав антибактериальной пудры-присыпки изменялись.

Сами авторы использовали пленку-повязку DDB-M на всех стадиях лечения ожоговой раны, от оказания первой помощи и до защиты пересаженных трансплантатов и лечения донорских ран. Они установили важный факт: чем раньше ожог укрывают этой пленкой, тем скорее создаются более благоприятные условия для заживления раны, ослабевают проявления ожогового шока и восстанавливается гомеостаз.

С 1993 года в клинике МОДОЦ под руководством В.А.Мензула начались разработки новых медицинских технологий местного консервативного лечения ожогов на основе принципов влажного заживления. В 1994 году по его инициативе к этим исследованиям были привлечены врачи Главного военного клинического госпиталя внутренних войск МВД России (ныне ГВКГ нацгвардии

России), а с 1997 года — сотрудники НИЦ ММА им. И.М. Сеченова, в частности и автор этих очерков.

Разрабатываемая технология, названная впоследствии «Система местного лечения ожоговых ран в условиях собственной жидкой среды», несколько отличается от уже ставшей классической концепции влажного заживления. В ее традиционных методиках используют специальные синтетические микропористые или биополимерные гелевые повязки, которые поддерживают влажное состояние раны, но препятствуют избыточному скоплению жидкости на ее поверхности и прилежащих участках кожи. В новой же технологии влажная среда формируется под сплошной полиэтиленовой пленкой-повязкой DDB-M и представляет собой избыточное скопление жидкости (раневого экссудата), омывающей всю поверхность ожоговой раны. Эту жидкость, близкую по составу к собственной плазме и лимфе организма, авторы и назвали «собственная жидкая среда (СЖС) — Own Liquid Medium (OLM)». Это сложная, многокомпонентная, биологически активная система, которая позволяет сохранить жизнеспособность клеток и тканей в очаге поражения и за счет их способности к восстановлению обеспечивает заживление раны.

В избытке раневого экссудата создаются условия для формирования важнейшего компонента СЖС — фибрино-лейкоцитарной оболочки (ФЛО). Уже в первые сутки на поверхности ожоговой раны под пленкой DDB-M выпадает, подобно осадку, тонкий слой фибрина, который, если его не удалять при последующих перевязках, становится все плотней и в конце концов покрывает всю площадь ожога. Фибрин образуется из белка плазмы крови фибриногена под действием фермента тромбина (рис. 2). Волокна фибрина формируют сгустки, составляющие основу тромба при свертывании крови. Кроме того, фибрин играет очень важную роль в воспали-

тельном процессе. Фибриновый сгусток сорбирует на себя токсичные продукты распада тканей, обломки клеток, бактерии. В него мигрирует множество поедающих клеточный «мусор» нейтрофилов и макрофагов, почему эту структуру и называют фибрино-лейкоцитарной оболочкой. Фиксация вредоносных остатков и их уничтожение клетками-санитарами — важнейший биологический механизм естественной защиты. Можно сказать, что ФЛО на поверхности раны — это своего рода повязка, создаваемая собственными силами организма.

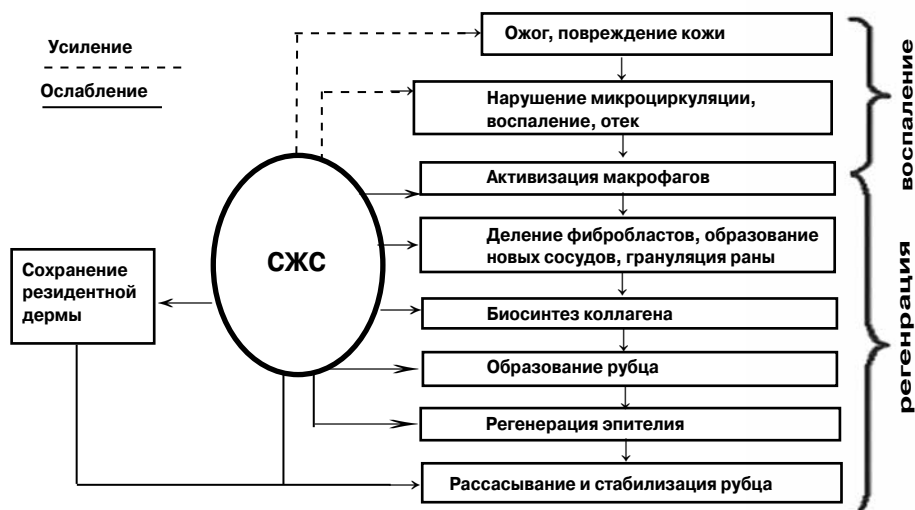
Как неотъемлемый компонент собственной жидкой среды, ФЛО создает условия для быстрого очищения раны и образования новой ткани. Кроме того, она защищает новые ткани от механических повреждений. Поэтому авторы методики настоятельно рекомендуют не удалять ФЛО с поверхности ожоговых ран. В традиционной же практике при перевязках наложения фибрина тщательно убирают, идея оставлять их в неприкосновенности тоже считается своего рода безумием. И многие врачи не то, что критиковали эти рекомендации, а активно противились им. Между тем удаление фибрина травмирует поверхность раны, создавая условия для проникновения микробов в ее глубокие слои. Так стоит ли разрушать эту естественную преграду?

## Обезболивающий эффект и стимуляция регенерации

Важнейшее преимущество лечения ожоговых ран в собственной жидкой среде — его безболезненность.

У обожженных боль возникает сразу и продолжается до конца лечения, поддерживаемая регулярными лечебными мероприятиями. Боль вызывают не только воспаление и нагноение в ране, но и осложнения ожоговой болезни, которые затрагивают другие органы и ткани. В самом начале разработки нашего метода мы не раз наблюдали, что уже в первые полчаса после наложения пленки-повязки на обожженную поверхность боли значительно утихают, а затем практически полностью прекращаются. При этом лекарственное напыление на внутренней поверхности пленки-повязки не содержит никакого анестетика! Мы полагаем, что обезболивающий эффект связан в первую очередь с прекращением потери тепла и формированием под пленкой собственной жидкой среды, поддерживающей постоянную температуру и влажность.

Одна из причин нарастающих болевых ощущений при ожоге — развитие первичного реактивного отека. Ранний (первые трое суток) острый отек обусловлен



3  
Влияние собственной жидкой среды на разные этапы раневого процесса. Резидентная дерма — это остатки неповрежденной дермы, замурованные в толще некроза, а также частично поврежденная дерма в зоне паранекроза

нарушениями микроциркуляции в поврежденных тканях, а также мощным выбросом биологически активных веществ — кининов, гистамина, серотонина и др. Вторичный (3—7-е сутки) местный реактивный отек связан с развитием воспалительных процессов в ране и в зоне вокруг нее. В обожженной ткани развивается ацидоз, повышается осмотическое давление, и тканевая жидкость притекает в эту зону. Изучая образцы ткани из ожоговых ран, мы установили, что в условиях СЖС микроциркуляция быстро нормализуется и происходит снятие напряженного отека. СЖС препятствует образованию плотного струпа на поверхности раны, поэтому тканевая жидкость свободно протекает через поврежденные ткани и быстро вымывает вызывающие боль биогенные амины и токсины, способствует нейтрализации рН раневого экссудата и снижению тканевого ацидоза.

Очень важно, что гидрофобные свойства полиэтилена и постоянно присутствующая под пленкой жидкость полностью исключают прилипание повязки к ране, поэтому ее замена происходит безболезненно. Мы уже говорили, что влажно-высыхающие или мазевые повязки, пропитываясь раневым отделяемым, плотно прилипают к ране, становясь как бы частью струпа, и смена такой повязки порой требует общего наркоза. Страх боли перед перевязками усиливает боль. Многим работникам ожоговых отделений, особенно детских, знакома гнетущая атмосфера громкого плача и страданий в дни плановых перевязок.

Использование пленки-повязки DDB-M позволяет не только полностью отказаться от общего наркоза при перевязках, но и вообще минимизиро-

вать применение других анальгетиков. Безболезненная перевязка создает психологически комфортные условия для пациента, и для медицинского персонала. Цель, поставленная доктором Брейтманом, — облегчение страданий больного — успешно достигается: не только наш собственный опыт, но и отзывы многих исследователей и врачей-комбустиологов, использующих пленки DDB-M, говорят о том, что это покрытие обладает противоболевым действием.

Травмирующие агенты с высокой энергией (пламя, горячая жидкость) вызывают поражения тканей различной глубины и тяжести. Вокруг образуется обширная зона паранекроза, где клетки повреждены, но еще не потеряли окончательно своей жизнеспособности. Если они погибают, возникает вторичный некроз.

При лечении ожоговой раны в СЖС через раневые поверхности, в том числе и через зону паранекроза, протекает большое количество жидкости, близкой по составу к плазме крови. При этом ткани паранекротической зоны не высыхают и вторичные некрозы не образуются. Сохранившие жизнеспособность ростковые клетки кожи и ее придатков (фибробласты, эндотелиоциты и кератиноциты) быстрее восстанавливают утраченные или угнетенные в результате ожога митотическую активность и подвижность. В собственной жидкой среде клетки могут взаимодействовать, что во многом определяет исход лечения.

Совокупность всех перечисленных свойств СЖС — защита от внешнего инфицирования, активизация макрофагальной реакции и фагоцитоза, сохранение подвижности и функциональной активности клеток, активный некролиз, концентрация цитокинов и факторов роста под повязкой и на ФЛО — стимулирует образование грануляционной ткани и рост эпителия.

Наши гистологические исследования на тканевом, клеточном и ультраструктурном уровне убедительно показывают,

## БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

что СЖС ускоряет заживление ожоговых ран на всех этапах (рис. 3). Даже поздно начатое (через 5—10 суток после травмы) применение пленок-повязок DDB-M ослабляет воспаление и способствует заживлению раны, заметно превосходя результаты традиционного лечения влажно-высыхающими и мазевыми повязками.

С 1993 по 2002 год в Московском областном детском ожоговом центре использовали пленку-повязку DDB-M для лечения более полутора тысяч детей с термическими травмами. Мы оценили результаты лечения 786 пациентов в возрасте от нескольких дней до 15 лет с ожогами различной этиологии и степени тяжести. У 626 пациентов (80,2% от общего числа проанализированных наблюдений) полное выздоровление, то есть полное восстановление утраченного кожного покрова, наступило в результате *только консервативного лечения* ожоговых ран в условиях собственной жидкой среды. Из этих 626 в 180 случаях имели место пограничные и глубокие ожоги, среди которых 146 — на площади более 20% поверхности тела. Вы только вдумайтесь: при традиционном подходе этим 180 детям обязательно пришлось бы делать сложные и порой неоднократные операции иссечения некрозов и пересадки лоскутов кожи, взятых с другого (неповрежденного) участка тела!

Еще более впечатляет анализ летальности. С момента окончательного становления метода и использования его в повседневной практике МОДОЦ этот показатель снизился наполовину, а в отдельные годы даже и более, от среднего показателя по стране. Таких успехов не демонстрирует ни один из методов «золотых стандартов». По всей видимости, идея влажного лечения ожогов оказалась достаточно безумной, раз из нее вышел такой впечатляющий толк!

Но все-таки 20% пострадавших потребовалось хирургическое лечение. «Система местного лечения ожоговых ран в условиях собственной жидкой среды» предусматривает и такие варианты. Об этом — в следующих очерках.



# Дорогой фуфломицин

С.М.Комаров

Удивительное явление — способность некоего вещества оказывать действие на организм, даже если этого вещества нет. Вот, например, многие гомеопатические препараты в принципе не содержат никаких веществ, кроме сахара, из которого сделаны лекарственные шарики. И дело вовсе не в том, что многократное разбавление — потенцирование, в терминологии гомеопатов, — снижает концентрацию до мнимой. Особо прогрессивные гомеопаты, пользуясь открытием дважды нобелевского лауреата Жака Бенвенисты, с помощью прибора под названием «дубликатор» заряжают шарики

некоей информационной сущностью, которую можно скачать из Интернета. По рассказам пациентов, такие заряженные шарики как лечат, так и могут вызывать резкое расстройство здоровья. Не исключено, что подобные феномены — проявление эффекта плацебо. За его исследование получили Игнобелевскую премию по медицине 2008 года маркетологи Дэн Ариэли из Массачусетского института технологии, Баба Шив из Стенфорда и Зив Кармон из сингапурского отделения французской бизнес-школы ИНСЕАД, а также Ребекка Вабер, которая, окончив Массачусетский институт технологии, стала журналисткой и работает в ЮАР. Эта группа исследователей обнаружила: чем дороже плацебо, тем лучше оно лечит («Journal of the American Medical Association», 2008, 299, 1016—1017; doi:10.1001/jama.299.9.1016).



Художник С. Тонин

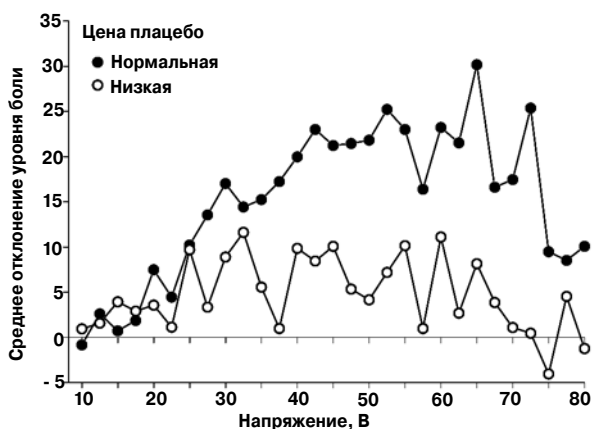


МЕМУАРЫ ИГНОБЕЛЯ

Опыт был организован так. В Бостоне по *объявлению* собрали группу из 86 добровольцев, всем им заплатили по 30 долларов. У каждого определили чувствительность к боли, которую вызывали ударом тока с различным напряжением, а также верхний порог чувствительности. Потом добровольцам дали принять обезболивающее, сказав, что оно действует как кодеин, только лучше. При этом одна половина участников узнала, что лекарство дорогое, 2,5 долларов за таблетку, а другая — что это уцененное лекарство, всего по 10 центов. Затем снова стали мерить чувствительность к боли. Ожидаемо для пациентов, прием обезболивающего ее снизил, но у тех, кто принимал дорогой препарат, гораздо заметней, чем у принимавших препарат уцененный. Так, снижение боли отметили 85% людей из первой группы и 61% из второй, а для 50% наиболее болезненных ударов тока соотношение было 80% против 56%. То, что люди больше верят в дорогое лекарство, неудивительно. Но дело-то в том, что никакого лекарства на самом деле не было — обе группы принимали плацебо, то есть обезболивание, хотя и подтвержденное беспристрастными числами, оказалось чисто субъективным эффектом.

Подобных опытов было поставлено множество, подробности можно почерпнуть из подготовленного к печати в 2017 году обзора австралийских медиков («Clinical Therapeutics», 2017, doi: 10.1016/j.clinthera.2017.01.010). Боль у добровольцев вызывали разными способами, а для возбуждения эффекта плацебо или ноцебо (обратного плацебо: безвредный препарат причиняет вред, если пациент в это верит) говорили им, что препарат снижает боль либо, наоборот, усиливает чувствительность к ней. В среднем, участники ощущали именно то, что и было обещано. Исследователь же получал объективные данные, например, с помощью томографии головного мозга. Как оказалось, при проявлении обоих эффектов активизируются различные области мозга — таламус, амигдала, префронтальная кора и некоторые другие. Интересно, что ноцебо, то есть негативные ожидания, возбуждает не совсем те области, что плацебо, связанное с позитивными ожиданиями. Аналогичную картину наблюдали и в опытах с плацебо, которым лечили депрессию.

Удалось выявить и нейрохимию эффектов. Первый успех был достигнут в 1978 году, когда с помощью плацебо устранили зубную боль. Выяснилось, что в организме пациентов вырабатывались эндогенные опиоиды — это доказали, нейтрализовав их действие с помощью героинового антидота налоксона, после чего боль к пациентам возвращалась. Потом оказалось, что участки, которые выделяют гормоны удовольствия — эндорфины и дофамин, а также те, где находятся опиоидные и дофаминовые рецепторы, присутствуют во многих областях мозга, которые возбуждаются во время приема плацебо. Далее удалось установить, что за эффект, скорее всего, отвечает так называемый мю-опиоидный рецептор, причем и для боли, и для депрессии. Интересно, что он же связан с некоторыми чертами характера — альтруизмом, прямолинейностью и раздражительностью: чем сильнее задействованы мю-опиоидные рецепторы в передаче нервного сигнала у данного человека, тем выше эти качества и тем лучше лечебное действие плацебо.



*Дорогое плацебо сильнее притупляет боль, чем дешевое*



В некоторых опытах вместо плацебо возникал эффект ноцебо — боль возрастала даже от приема расхваленного псевдопрепарата. И оказалось, что в тех областях мозга, где у большинства отмечался повышенный обмен дофамином и опиодами, у этих людей он был заметен ниже. Напрямую же эффект ноцебо удалось связать с гормонами страха — холецистокининами; блокаторы этих гормонов эффект ликвидировали. Правда, гормоны страха вырабатывает не мозг, а кишечник, поэтому увидеть, что именно активируется в ответ на предупреждение о негативном действии псевдолекарства, не удастся. Вообще, эффекты плацебо и ноцебо шагают рука об руку: анализ практики клинических испытаний показывает, что 90% участников, принимавших плацебо, сообщают по крайней мере об одном побочном действии лекарства, казалось бы, столь же невозможном, как и основное.

Обнаруживали участие в эффекте плацебо и других веществ. Вот, например, опыт, в котором у участников вызвали головную боль с помощью гипоксии, а лечили ее кислородом либо аспирином. И в том, и в другом случае облегчение было связано с регуляцией синтеза простагландинов — соединений, которые, наряду с прочими их функциями, участвуют и в восприятии боли, и в расширении бронхов и сосудов. После этого участникам дали плацебо, и оказалось, что плацебо-кислород действует сильнее, чем плацебо-аспирин: предположительно это связано с различным воздействием настоящих аспирина и кислорода на систему простагландинов.

Подобные опыты приводят к выводу, что в основе эффекта плацебо лежит доверие к доктору, вера в лекарственные препараты, которую черпают как из предыдущего опыта, так и из рекламных материалов. Основа же ноцебо — недоверие к врачу и неверие в лекарственные препараты, особенно если то и другое подтверждено личным опытом. Эффект ноцебо может быть таким сильным, что человек умирает от совершенно безвредного лекарства! Именно поэтому врач так важно соблюдать установленные веками процедуры при общении с пациентом и не особенно распространяться о побочных эффектах.

Механизм воздействия самовнушения на физиологию неплохо объясняет действие плацебо в случае боли или депрессии, когда реакцию человека приходится оценивать по его субъективным ощущениям. Но казалось бы, невозможно объяснить проявление такого эффекта при лечении инфекционных болезней. Однако в медицинских статьях об испытаниях новых препаратов часто встречается упоминание о том, что в контрольной группе, принимавшей плацебо, эффект был, но ниже. Вот первая попавшаяся статья в PubMed — о попытках лечить СПИД лентинаном, противораковым иммуномодулятором, выделяемым из гриба шиитаке («Journal of Medicine», 1998, 29, 5—6, 305—330). Снижение концентрации белка ВИЧ под названием p24 заметили у восьми пациентов, принимавших лентинан, — и у двоих, принимавших плацебо. Выходит, что ложный препарат — фактически самовнушение — помог организму противостать опаснейшей инфекции.

Интересна в этой связи работа израильских исследователей («Nature», 2016, 535, 10; doi: 10.1038/535010b). Они возбуждали у мышей нейроны в областях мозга, которые ак-

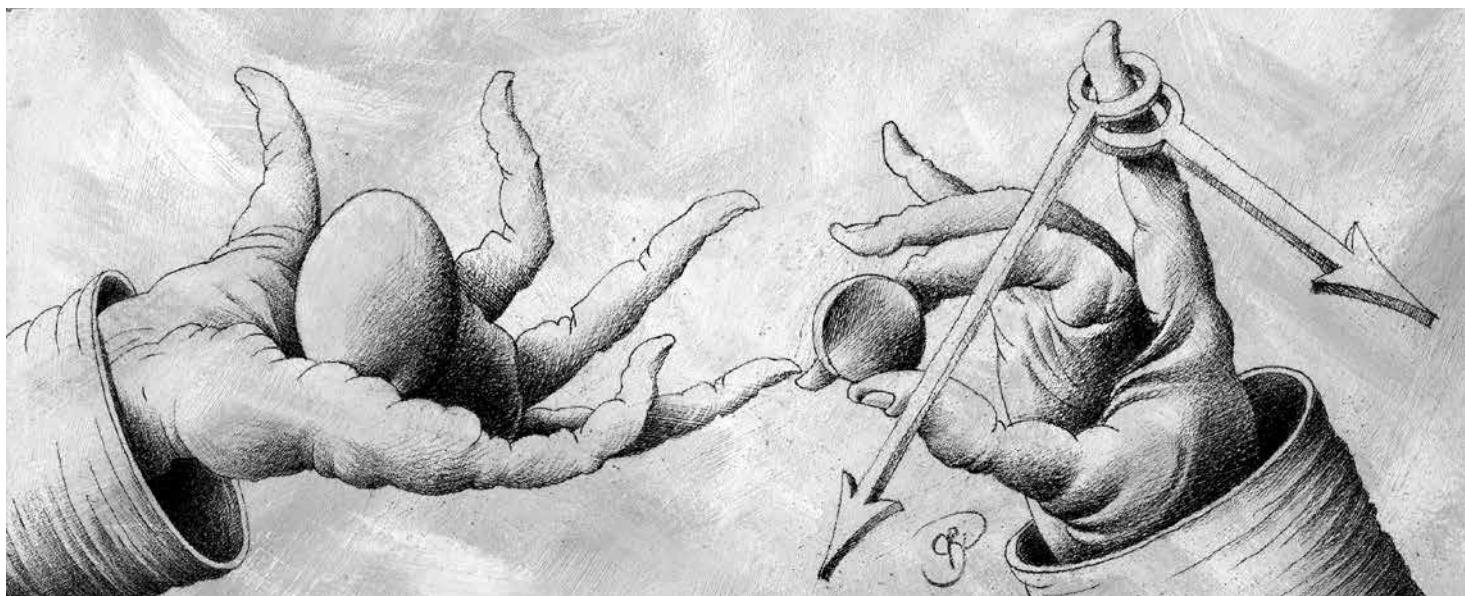
тивируются во время приятных занятий вроде еды или секса — получения вознаграждения, как говорят биологи, — то есть делали их вполне довольными жизнью. А на следующий день — заражали кишечной палочкой. У довольных мышей иммунный ответ был лучше. Более того, если при этом блокировали симпатическую нервную систему, эффект исчезал. Выходит, идея лечит инфекцию силой воли не совсем абсурдна, как и идея лечить СПИД грибной вытяжкой, — у того, кто в нее верит, эффект плацебо проявит себя в полную силу, даже если вытяжка сама по себе бесполезна.

Хорошо, пусть эффект плацебо/ноцебо вызван представлениями пациента о пользе или вреде лекарства. Однако в литературе можно найти удивительные случаи проявления сходного эффекта у животных, как считается, лишенных разума, фантазий и самовнушения («Journal of the American Veterinary Medical Association», 1991, 215, 7, 992—999). Первыми в этой области были знаменитые опыты академика И.П. Павлова по созданию условных рефлексов. Он помещал собаку в лабораторную установку и колот ей морфий, который животному доставлял не радость, а, наоборот, сплошное расстройство желудка и сонливость. Через несколько сеансов возник рефлекс — негативные последствия применения морфия появлялись у пса сразу после помещения в установку, до укола. Аналогичным образом после приучения крысы или собаки к уколам инсулина ту же физиологическую реакцию вызывали у них уколы физраствора. Ставили опыты и с иммунитетом — морской свинке царапали кожу, заражали ранку и мерили иммунный ответ, при этом животное чувствовало определенный запах. Когда приученной к процедуре свинке ничего не царапали, но запах был тот же, иммунная реакция все равно возникала. А если крысам давать сахарин с иммуносупрессором, то потом один сахарин вызывает снижение иммунитета. Интересно, что подобный опыт в буквальном смысле слова спасал жизни мышам, предрасположенным к аутоиммунному заболеванию — системной красной волчанке: при подавлении иммунной реакции (в данном случае вредной) чистым сахарином, то есть плацебо, продолжительность жизни зверьков существенно возрастала, а смертность падала!

Порой эффект плацебо проявляется удивительным образом. Так, если кролика, которого кормят пищей, вызывающей повышение концентрации холестерина в крови, каждый день ласкать, то повреждений сосудов у него будет в два и более раз меньше, чем у кролика, с которым человек не контактировал. Этот эффект ни на какие условные рефлексы уже списать не удастся, разве что на слепую веру кролика во всемогущество человека и таинственно проникшее в длинноухую голову знание о вреде холестерина. Впрочем, не исключено, что и здесь было задействована та же система вознаграждения, что и в опытах с зараженными мышами: кролики любят, когда их гладят, наверняка центры удовольствия тоже возбуждаются. Кстати, и у человека зафиксирован обратный эффект: высокий холестерин может быть связан не только с диетой, но и с настроением: замечено, что уровень этого вещества в крови одиноких людей повышен, что приводит к последствиям — более высокой вероятности сердечно-сосудистых заболеваний.

Из всей этой истории с плацебо следуют интересные выводы. Во-первых, если этот эффект столь распространен, значит, он неизбежно проявляется и в клинических испытаниях любого лекарства, и даже в испытаниях на животных, и это необходимо учитывать (что не так просто, как кажется). А во-вторых, если у животных с помощью условных рефлексов и без всяких действующих веществ можно вызывать заметные физиологические изменения, значит, попытки использовать подобные резервы человеческого организма не лишены смысла.





# Шарлатанское время

Майк Гелприн



НАНОФАНТАСТИКА

— Тельцам следует избегать личных встреч, — с неприязнью зачитал вслух Звездочет. — Козерогов ожидает успех в коммерческих операциях. Близнецов — сюрприз от близкого родственника. Водолеев... — Звездочет сплунул в сердцах, разорвал тощую брошюрку в куцей обложке и швырнул обрывки в камин. — Стыдно, господа, — с горечью проговорил он. — Это же откровенное шарлатанство.

Механик, как обычно, возился со своей дивной машиной и не ответил. Алхимик меланхолично кивнул и принялся осторожно переливать мутную взвесь из хрустального графина в фарфоровый цветастый судок.

— Тошно мне, — принохавшись, поведал Звездочет. — Смердит.

— Пускай смердит, — пожав плечами, философски заметил Алхимик и бросил в судок медный кружляк. — Тут от всего смердит.

— Именно. — Звездочет негодуя скривился, подошел к окну и тоскливо оглядел заснеженный унылый пейзаж. — Третий месяц уже здесь сидим, — с укоризной косясь на Механика, пожаловался он. — Лживое время, господа. Шарлатанское время, мошенническое. Будь проклят тот миг, когда я согласился участвовать в этой аванюре.

Механик оторвался наконец от диковинного переплетения металлических труб, поршней и обечаек, вытер замасленные руки о местные, нелепого покроя штаны и сообщил:

— Темпорал подтекает. Прохудился, видать. Заменить надобно.

— Да пропади пропадом он, этот ваш механизм, — взвился Звездочет. — Одно прохудилось, другое проржавело, третье истлело. Толком скажите, сударь: вернемся мы когда-нибудь или так и помрем в этих... — Звездочет огляделся по сторонам и добавил язвительно: — Хоромах. Неведомо, кстати, чьих.

— Вернемся, вернемся, как не вернуться, — явно думая о чем-то своем, пробормотал Механик. — Вот темпорал только заменить надобно да котел залатать. Грошей отсыпьте, друг

мой, — обернулся он к Алхимику. — В скобяную лавку пойдю, или как ее тут величают.

— Хозяйственным магазином, — подсказал Алхимик. — Вы уж бережливее там. Да, и меди прихватите с четверть пудка, а то заканчивается. Ручки от дверей не берите, никудышный товар, с примесями. Сковородки возьмите, подстаканники или там канделябры.

Механик покивал, напялил, кряхтя, найденный на чердаке ватный тулуп, подпоясался веревкой и вышел вон.

— Нет, вы только подумайте, — вновь принялся возмущаться Звездочет, — Близнецов ожидает сюрприз от близкого родственника, каково, а? Это, по-вашему, гороскоп? Это антинаучный бред, а не гороскоп — надо быть отъявленным дурнем, чтобы ему поверить. Помнится, я полгода корпел, изучая расположение звезд, прежде чем предсказать государю рождение наследника, и девять месяцев спустя государыня произвела на свет прелестное дитя. А тут... Сюрприз, видите ли, Близнецов ожидает. Надо понимать, один на всех. Жалкое, никчемное время. Несчастные, одураченные люди в нем.

— Не переживайте, друг мой. — Алхимик сыпанул в фарфоровый судок щепоть желтого порошка и принялся помешивать ложкой. — Не так уж скверно обстоят дела. Рано или поздно мы отправимся домой. Представляете, какой интерес вызовет наш доклад в Академии? Не удивлюсь, если он прославит нас на века. Осталось только починить механизм, и, как только он заработает...

— Заработает, как же, — сердито перебил Звездочет. — А с чего бы, позвольте узнать? Вы видели, какие здесь механизмы? Уродливые, ревушие, смердящие. Наверняка шарлатанские, под стать всему остальному. Такой того и гляди рассыплется на ходу или развалится на части. Неудивительно, что наш темпоралиум мобиле здесь не действует. Здесь, с вашего позволения, вообще ничего не действует.

— Так-таки уж и ничего. — Алхимик слил жидкость из судка в покрытое облупившейся эмалью проточное металлическое корыто. — Кое-что все-таки действует. — Он извлек с судкового дна округлый предмет размером с куриное яйцо. — Чистейшее золотишко из местных материалов выходит, друг мой. Высшей пробы. Завтра на базаре продам, только не продешевить бы. Так что, если и не заработает механизм, не беда, на хлеб с маслом нам хватит. А по весне, коль хозяин вернется, избу эту у него откупим. Не унывайте, сделайте милость, — как-нибудь проживем.





Жук улавливает феромоны усиками. А человек?

# Лежит ли путь к сердцу через нос?

## Снова о феромонах человека

Кандидат химических наук  
**А.И.Курамшин**

*Что такое феромоны, существуют ли феромоны человека, и если да, то управляют ли они нашим поведением? Об этом много пишут, читают научно-популярные лекции, но и сами просветители расходятся во мнениях: споры в соцсетях временами идут на повышенных тонах. Попробуем разобраться, что об этом на данный момент известно точно.*

### Создание мифа

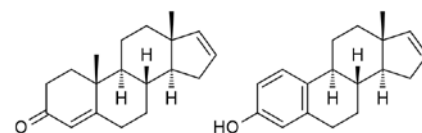
Для сторонников существования человеческих феромонов есть плохая новость: за десятилетия исследований специалисты, изучающие принципы и механизмы химического общения, так и не получили экспериментальных доказательств существования веществ, которые можно было бы с полным правом назвать феромонами человека. Феромоны — это, по определению, сигнальные молекулы, производимые живым организмом, испу-

скаемые во внешнюю среду и влияющие на поведение или психологическое состояние другого животного, как правило, представителя того же вида. (Подробнее см. «Химию и жизнь», 2015, 7.) Самцы млекопитающих выделяют феромоны, заставляющие, к примеру, самку принять позу готовности к спариванию и (или) вызывающие агрессивное поведение у других самцов. Но крайне маловероятно, что будут найдены феромоны, вызывающие то или иное стереотипное поведение у человека, — если бы они существовали, мы бы знали об этом и без хитроумных экспериментов. Сложнее с воздействием на физиологию, настроение, восприятие, мышление — эффекты эти тонкие, трудноуловимые. Сторонники их существования утверждают, что такое воздействие доказано в экспериментах, критики — что все имеющиеся данные никуда не годятся и ничего не доказывают.

Людям, категорически отрицающим саму возможность существования феромонов человека, не стоит забывать когда-то сказанное Карлом Саганом: «Отсутствие доказательства не является доказательством отсутствия». Возможно, по этой причине вопрос не закрыт, и

поиск феромонов человека ведут до сих пор, причем не энтузиасты-одиночки вроде тех, что строят вечные двигатели, а научные коллективы и целые отделы химических и биологических институтов.

Начиналось все, однако, не вполне научно. В 1991 году, на конференции, одним из спонсоров которой выступала парфюмерная компания «Егох Corp.», двое ученых из университета Юты сделали доклад о свойствах двух соединений — по счастливому совпадению, продуктах компании-спонсора. Вскоре материалы доклада были опубликованы в виде статьи («Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology», 1991, 39, 4B, 573—582, PMID: 1892788). Главной ее темой стали результаты исследования на нескольких десятках добровольцев, показавшие, что андростадиенон и эстратетраенон (рис. 1) избирательно, в зависимости от пола испытуемого, активируют вомероназальный орган — периферический отдел дополнительной обонятельной системы, который у многих животных реагирует на летучие феромоны и другие летучие ароматные вещества, в большинстве своем не ощущаемые как запахи или слабо воспринимаемые основной



Андростадиенон

Эстратетраенон

1

Самые знаменитые кандидаты в феромоны человека

обонятельной системой (см. «Химию и жизнь», 1998, 7). Доклад и статья позволили компании в 1993 году получить патент, в котором андростадиенон и эстратетраенон позиционировались именно как феромоны человека (Патент US 5272134 A – 1993).

Спустя почти десять лет физиолог из университета Чикаго Марта Мак-Клинтон с коллегами проверила способность андростадиенона и эстратетраенола влиять на эмоциональное состояние мужчин и женщин. Результаты, опубликованные в 2000 году, противоречили ранее сделанным выводам и патентной заявке «Егох Corp.». Мак-Клинтон достаточно мягко сформулировала выводы: «Называть эти стероиды феромонами человека весьма поспешно» («Hormones and Behavior», 2000, 37, 1, 57—78. doi: 10.1006/hbeh.1999.1559). Впрочем, группа Мак-Клинтон и по сей день продолжает исследование этих веществ — последняя публикация совсем свежая («Journal of Neuroscience», 2016, 36, 31, 8188—8199, doi: 10.1523/jneurosci.3935-15.2016). Таким образом, говорить об окончательном решении вопроса с андростадиеноном и эстратетраенолом еще преждевременно.

Нет никаких сомнений, что человеческий организм действительно способен вырабатывать андростадиенон и эстратетраенон, но вот то, что эти вещества работают как феромоны, так и не было продемонстрировано с достаточной убедительностью. Следует отметить и то, что большинство биологов считают вомероназальный орган у представителей *Homo sapiens* скорее рудиментарным органом, у взрослых людей он не используется.

Тем не менее обе эти молекулы продолжают изучать, а компания «Егох» все так же выпускает мужскую и женскую туалетную воду, сообщая потребителю, что этот парфюм не просто хорошо пахнет, но и содержит феромоны человека. В 2014 году Тристрам Виатт, зоолог из Оксфордского университета, специалист по феромонам животных, написал обзор, в котором отследил каждое упоминание об андростадиеноне и эстратетраеноне и еще двух стероидах в научной литературе начиная с 1991 года. Упоминаний набралось сотни («Proceedings of the Royal Society B», 2015, 282, 1804, 20142994, doi: 10.1098/rspb.2014.2994). Вывод он сделал тот же, что и Мак-Клинтон: заявленные эффекты этих «феромонов» не воспроизводятся, а причиной положительных результатов могут быть неудачно поставленные эксперименты, отсутствие двойного слепого контроля и т. д. По его словам, создается впечатление, что «Егох» взяла данные о действии андростадиенона и эстратетраенола с потолка, люди приняли это на веру, а настоящее научное исследование было предпринято лишь после коммерческого успеха «духов с феромонами».

Конечно же Виатт писал этот обзор не для того, чтобы разоблачить некорректный маркетинг парфюмеров. Как и многие его коллеги, он заинтересован в том, чтобы получить обоснованный ответ на вопрос: «Существуют ли на самом деле феромоны человека?» «Если мы хотим искать человеческие феромоны, — пишет он, — то должны исследовать самих себя так, как будто мы — только что открытые млекопитающие, и использовать строгие методы, уже показавшие себя успешными при поиске феромонов у других видов». Строгостью, по мнению Виатта, многие исследователи пренебрегают.

Несмотря на все усилия, предпринятые химиками и биологами в последние полвека, однозначный отрицательный или положительный ответ до сих пор не получен. Одним из косвенных свидетельств в пользу существования феромонов человека Виатт, например, называет более сильный запах тела человека на всем протяжении пубертатного периода. Не исключено, что природа этого запаха связана с примерно такой же химической сигнальной системой, какая появляется у других млекопитающих во время их созревания и указывает на готовность к спариванию. Опять же, тот факт, что феромоны есть у млекопитающих, а *Homo sapiens* относится к млекопитающим, позволяет надеяться, что и феромоны человека удастся найти. Конечно, их поиск не связывается с надеждами на разработку «приворотных духов» — однозначный ответ на вопрос: «Существуют ли человеческие феромоны?», положительный или отрицательный, позволил бы узнать больше о наименее понятной для нас и наиболее древней системе коммуникации организмов.

Заметим, что Виатт не отрицает существования неферомонных индивидуальных запахов, как и способности людей отличать по запаху тех, с кем они находятся в родственной связи, или выбирать более привлекательных партнеров (см. «Химия и жизнь», 2013, 5).

Еще раз, для ясности: на настоящий момент не было идентифицировано ни одного вещества, которое выполняло бы функции феромона у человека. Одна из причин заключается в том, что зачастую поиск идет в неверном направлении из-за слишком вольного обращения с термином «феромон». Другая же причина объективна: выделить воздействие конкретного вещества на поведение или эмоции человека — исключительно сложная задача. Это хорошо иллюстрирует история поиска феромонов у других млекопитающих.

## По свежим следам

Итак, феромоны распознаются системой обоняния и влияют на поведение представителя своего биологического



## РАССЛЕДОВАНИЕ

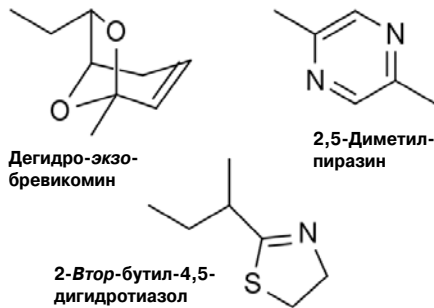
вида либо непосредственно, либо через его гормональную систему. (Впрочем, существуют и феромоны, действующие на другой вид, — кайромоны.) Чтобы вещество с полным правом можно было называть феромоном, его действие должно быть врожденным, а не приобретенным, а также безадресным — феромон подает сигнал всем представителям вида (или, по крайней мере, широкой группе, скажем, всем представителям противоположного пола данного вида). Если же запахи действуют адресно, только на одну особь, речь идет не о воздействии феромона, а о распознавании индивидуальной карты запахов. Скажем, радость собаки, учуявшей хозяина, не является эффектом воздействия кайромонов — четвероногий друг знает характерный запах своего человека и успел выучить, что хозяин — это хорошо. Если бы дело было в кайромонах, собаки горячо приветствовали бы любого человека, чего, как мы знаем, не происходит. А вот вещества, выделяемые некоторыми насекомыми, в том числе феромоны, могут выступать в роли кайромонов для других насекомых — их паразитов или хищников.

Классический пример феромона — бомбикол, который вырабатывает самка тутового шелкопряда *Bombyx mori* для привлечения самцов. Предположение о том, что животные могут обмениваться информацией с помощью химических веществ, было высказано еще в конце XIX века, но бомбикол выделили только в 1959 году, и тогда же появился сам термин «феромоны». С тех пор они были идентифицированы у разных биологических видов — пауков, омаров, рыб, лягушек, змей, овец, оленей, собак, кроликов, слонов и, безусловно, мышей, на которых к настоящему времени проведена наибольшая часть работ по феромонам млекопитающих.

Естественно было задать вопрос: а как с феромонами у человека? В 1971 году специалист по терапии из Лондонского университетского колледжа Алекс Комфорт призвал коллег использовать для поиска феромонов человека такие методы анализа, как делавшая в то время первые шаги масс-спектрометрия («Nature», 1971, 230, 432—479, doi: 10.1038/230432a0). Он предположил, что обнаружение этих

соединений «откроет новую главу в репродуктивной фармакологии именно тогда, когда это больше всего необходимо». Комментарий Комфорта был посвящен в том числе статье Мак-Клинтк, тогда еще аспирантки колледжа Веллесли («Nature», 1971, 229, 244—245, doi: 10.1038/229244a0). В статье сообщалось о тенденции к синхронизации месячных циклов у женщин, проживающих вместе, — так называемый эффект женского общежития. За прошедшие с тех пор 46 лет опубликовано немало работ, которые указывали на ошибки, сделанные Мак-Клинтк и ее последователями (см., например, «Psychoneuroendocrinology», 1992, 17, 6, 565—591, doi: 10.1016/0306-4530(92)90016-z). Однако тогда, в 1971 году, «эффект женского общежития» был провозглашен первой демонстрацией существования человеческого феромонов.

Призыв Алекса Комфорта был услышан. В том же 1971 году феромонами млекопитающих вплотную занялись химики-аналитики. Пионером в этой области стал чех по происхождению Милош Новотный, темой работы которого в университете Индианы было аналитическое разделение смесей веществ с помощью хромато-масс-спектрометрии. Старший коллега Новотного, Марвин Кармак, заразил его идеей применения масс-спектрометрии для изучения химической коммуникации млекопитающих. Новотный и Кармак решили взять в свою компанию биолога и отправились с предложением совместной работы к сотруднику того же университета Уэсли Уитттену. Химики не застали Уиттена в лаборатории, но это оказалось к лучшему: они встретили его на прогулке, когда он рассматривал следы и метки лис в свежем снегу. Не откладывая дело в долгий ящик, исследователи отобрали пробы желтого снега, проанализировали их в лаборатории Новотного на масс-спектрометре и обнаружили, что по летучим органическим соединениям, содержащимся в лисьей моче, можно определить, кто оставил метку — самец или самка.



2  
Эти компоненты мышинной мочи были описаны как первые открытые феромоны млекопитающих. Однако на самом деле до сих пор не доказано, что они являются феромонами

После этого химики переключились с лис на более доступных мышей. Они разработали и отточили технологии построения химического профиля веществ, выделяемых различными мышинными железами, а также компонентов мочи. В моче самцов-мышей они обнаружили две молекулы — гетероцикл 2-втор-бутил-4,5-дигидротиазол и производное терпена — дегидро-экзо-бrevикомин (рис. 2). Оба эти вещества провоцировали агрессию у мышей-самцов и при этом были привлекательны для самок.

В моче взрослых мышей-самок был обнаружен 2,5-диметилпиразин. Это вещество, вырабатываемое надпочечниками, — своего рода химический сигнал о перенаселении, оно тормозит гормональное развитие самок и отдалает переход молодняка в пубертатный период.

## Нелетучие феромоны

В 1970—1980-х годах было обнаружено еще несколько соединений, которые идентифицировали как первые феромоны млекопитающих. Однако в наши дни статус этих молекул до сих пор остается неясным: более поздние исследования показали, что 2-втор-бутил-

4,5-дигидротиазол, дегидро-экзо-бrevикомин и 2,5-диметилпиразин вырабатываются не у всех линий мышей, к тому же не всегда воспроизводится их влияние на поведение, в том числе и репродуктивное. Некоторые другие вещества, обнаруженные позже и не только в группе Новотного, вызвали сходные дискуссии о воспроизводимости результатов. Все это показывает, как легко может ускользнуть удача от человека, который изучает феромоны млекопитающих.

Как отмечает Рон Ю, нейробиолог из Института медицинских исследований Стаурса, коренное отличие феромонов млекопитающих и насекомых состоит в том, что у насекомых феромон — индивидуальное вещество, которое легко связать с конкретным поведением — привлечением особой противоположного пола, роением или откладыванием яиц, а химический сигнал млекопитающих чаще всего состоит из смеси различных веществ, причем вариации содержания того или иного вещества могут полностью изменить контекст передаваемой информации. Естественно, и перемены поведения под воздействием феромонов у млекопитающих также могут быть куда сложнее. Вот почему так трудно интерпретировать эксперименты по идентификации феромонов даже на мышах. Эксперименты, как правило, проводят в присутствии других животных. Скажем, при изучении феромонов, стимулирующих агрессию, недостаточно заставляя подопытное животное вдыхать соответствующее вещество — необходим объект агрессивного поведения. В итоге нелегко определить, какое именно вещество изменило поведение подопытного — то, которое дал понюхать экспериментатор, или то, которое выделяют другие мыши. А не зная точного строения вещества, вызывающего реакцию, невозможно определить строение и функции рецепторов этого вещества и установить природу нейронных связей, задействованных в смене поведения.

Понятно, что поиск феромонов у человека во сто крат сложнее, чем у мышей. В начале 1970-х исследователи заявили, что идентифицировали половые феромоны приматов, непосредственно влиявшие на их поведение в поисках партнера. Содержащиеся в вагинальных выделениях макак-резусов алифатические кислоты, которые выделяются одновременно с эстрогеном, получили название «копулины». В первоначальном сообщении об этих феромонах говорилось, что они привлекают внимание самцов, однако этот поведенческий отклик так и не удалось воспроизвести. Сообщалось и об обнаружении копулинов человека, и даже о том, что мужчины оценивают фотографии девушек, «надушенные» копулинами, как более привлекательные (Evolutionary Psychology, 2016, 2, 1—8,



Марта Мак-Клинтк



Тристрам Виатт

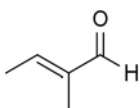


Почетный профессор университета Индианы Милош Новотный

doi: 10.1177/1474704916643328). Однако, во-первых, этот эффект не столь велик, во-вторых, критерии привлекательности бывают различными (кому-то нравится Скарлет Йоханссон, а кому-то Вупи Голдберг), наличие статистической связи не всегда означает наличие связи причинно-следственной, ну и, как нетрудно догадаться, сообщения о попытках воспроизведения подобных результатов очень противоречивы.

Несмотря на многочисленные неудачи, поиск феромонов млекопитающих до сих пор остается святым граалем для химиков. В идеале, конечно, хочется отследить всю цепочку — от структуры феромона и рецептора, который он активирует, до способа взаимодействия нейрона с центральной нервной системой и поведенческого отклика. Результаты имеются — об идентификации нескольких феромонов млекопитающих можно говорить с полной уверенностью, хотя их и немного. По мнению Кацусигэ Тухары из Токийского университета, дело продвигается так медленно из-за того, что в этой области главным образом работают специалисты по поведенческим особенностям, нейробиологии и молекулярной биологии, — если бы к поискам феромонов присоединилось больше химиков, работа пошла бы успешнее.

В лаборатории Тухары определили строение молекулы, которую вполне можно считать феромоном мыши, — это пептид 1, выделяемый экзокринной железой (ESP1). В полном соответствии с названием, этот пептид, то есть короткий белок, вырабатывают второстепенные (экстраорбитальные) слезные железы мыши, расположенные под ухом. Оказалось, что он усиливает активность вомероназального органа самок («Nature», 2010, 466, 7302, 118—122, doi: 10.1038/nature09142). Как говорит сам Тухара, открытие было сделано по счастливой случайности — экстраорбитальные слезные железы изучены настолько плохо, что о них с трудом можно найти упоминание в литературе. Но именно они оказались источником феромонов. Все видели, как мыши или кошки, умываясь, проводят лапкой за ухом, — возможно, эти движения способствуют равномерному распределению секреторных выделений по шерсти. Исследователи впервые выделили белок-феромон в 2005 году, однако на то, чтобы определить его третичную структуру, выяснить структуру



2-Метил-2-бутеналь

3

Этот феромон кролика позволяет новорожденным крольчатам найти дорогу к молоку матери

активируемого белком рецептора и роль этого белка в сексуальном поведении самок, ушло пять лет.

В отличие от веществ, в свое время идентифицированных Новотным как феромоны, ESP1 не относится к летучим низкомолекулярным соединениям. Тухара полагает, что первоначально феромоны всех наземных животных были летучими органическими веществами, но, возможно, мыши, как и некоторые другие сухопутные животные, в ходе эволюции обзавелись более надежной системой химической коммуникации — белковой, и стали обмениваться химическими сигналами лишь при физическом контакте. Белки-феромоны могут работать как сами по себе, так и совместно с летучими органическими веществами.

С 2010 года было найдено еще несколько пептидов, выполняющих у мышей функцию феромонов. Один из них, получивший название «дарсин» в честь мистера Дарси, героя романа Джейн Остин, относится к главным мочеотделительным белкам и делает самцов мышей более привлекательными для мышиных «леди» («BMC Biology», 2010, 8, 75, doi: 10.1186/1741-7007-8-75). Кроме того, в качестве феромонов мышей последнее время пытаются представить выделяемые самками производные стероидов — их сульфатированные или ацилированные формы, а также желчные кислоты, которые можно обнаружить в фекалиях мышей обоих полов. Прогресс в области хроматографических методов очистки белков наряду с новыми подходами к определению строения рецепторов несколько ускорил работу, и тем не менее мы только начали понимать, как организовано химическое общение хотя бы у лабораторных мышей.

## Вернемся к феромонам человека

Несмотря на очевидные сложности, многие исследователи, среди которых и Тристрам Виатт, считают, что пора опять замахнуться на обнаружение феромонов *Homo sapiens*. Виатт уверен, что после десятилетий, впустую потраченных на изучение андростадиенона и эстратетраенола, следует сконцентрировать усилия на изучении секреторных выделений человека, чтобы раз и навсегда решить вопрос о том, содержат ли они феромоны.

Результаты некоторых исследований внушают оптимизм. Так, например, было показано, что экстракт подмышечного мужского пота стимулирует у женщин выработку лютеинизирующего гормона — молекулы, пиковая концентрация которой в крови инициирует овуляцию («Biology of Reproduction», 2003, 68, 6, 2107—2113, doi: 10.1095/biolreprod.102.008268). Есть информация и о том, что запах женских слез снижает содержание тестостерона



## РАССЛЕДОВАНИЕ

в крови мужчин, попутно понижая их возбуждение («Science», 2011, 331, 6014, 226—230, doi: 10.1126/science.1198331). Эти результаты можно рассматривать скорее как отдаленные намеки на возможность существования феромонов человека: не выявлены ни конкретные вещества, модулирующие поведение, ни, тем более, механизм этого изменения. А без этого разговор беспредметен: в серьезной науке формулировка вывода о существовании зависимости между А и Б, основанная только на статистической взаимосвязи, считается серьезной методологической ошибкой.

Виатт, однако, предлагает еще один способ поиска неуловимых феромонов, не связанный с необходимостью нюхать чьи-то слезы или пот. По его мнению, есть шанс обнаружить врожденные способы химической коммуникации, исследовав отношения между матерью и грудным ребенком, — возможно, в этом случае изменение поведения, вызванное контактом с каким-либо веществом, будет проще отделить от других факторов, способных корректировать поведение, ведь выученных форм поведения у младенца еще не так много. У млекопитающих подобные феромоны существуют. Более того, сравнительно недавно было обнаружено, что грудной феромон кроликов — 2-метил-2-бутеналь («Nature», 2003, 424, 68—72; doi: 10.1038/nature01739; рис. 3) — помогает найти молочную железу матери не только новорожденным крольчатам, но и грудничкам *Homo sapiens* («PLOS One», 2009, 4(10): e7579, doi: 10.1371/journal.pone.0007579).

Теперь, чтобы объявить 2-метил-2-бутеналь феромоном человека, осталась самая малость: обнаружить, что организм человека способен вырабатывать этот непредельный кетон, и если да — что организм кормящей мамы производит его ровно для того же, для чего его выделяют секреторные железы крольчихи. По словам Виатта, тогда можно будет не только с полной уверенностью говорить о существовании феромонов человека, но и начать поиски более сложных систем химической коммуникации, присущих нашему виду.





Художник Натан Реталадо

# Этология любви

Доктор биологических наук  
Д.А.Жуков



РАЗМЫШЛЕНИЯ

**Л**юбовь, как нам говорит Большой энциклопедический словарь, выпущенный в 1991 году, — это устремленность на другую личность, человеческую общность или идею. С тех пор в определении любви ничего принципиально не изменилось, но изменились наши представления о самой интересной категории любви — любви сексуальной. Теперь нормальной считается любовь не только между мужчиной и женщиной, но и между людьми одного пола. Это приводит к некоторой неясности терминов «сексуальная любовь» или «половая жизнь» (напомним, что, например, в английском «секс» означает «пол»). Правильнее, наверное, было бы говорить об эротической любви, но будем все-таки использовать привычный термин «сексуальная».

Итак, рассмотрим любовь с точки зрения этологии. Сразу же отметем такие понятия, как «сексуальный инстинкт», «сексуальная потребность». Инстинктов у человека не существует. Инстинкт, какое бы его определение мы ни рассматривали, подразумевает врожденные поведенческие программы. А у человека нет врожденных поведенческих программ.

Также нет у человека и врожденной сексуальной потребности — она приобретенная. В результате накопления индивидуального опыта человек испытывает потребность регулярно достигать оргастических ощущений. Точно так же человек испытывает потребность в любых формах поведения, которые стали для него привычными. Поведенческие формы могут быть самыми разными: работа, посещение спортзала, видеоигры, чтение стихов или их сочинение и пр. В любом случае человек испытывает дискомфорт, если почему-то не смог заняться привычным делом. Римский историк Светоний пишет, что император Тит печалился, если за целый день ему не удавалось сделать ни одного доброго дела. Сексуальное поведение не исключение — потребность в нем формируется как результат привычки.

Но многие потребности человека относятся к врожденным. Вот о тех из них, которые человек удовлетворяет при сексуальной любви, и пойдет речь.

## Гедонизм и эмоции

В сексуальном поведении человек удовлетворяет одновременно целый ряд врожденных потребностей, впрочем, как и при любом другом поведении. При этом не забудем, что спектр потребностей индивидуален: у всех одни и те же потребности, но сила той или иной у каждого человека своя.

Очевидная потребность, которую человек удовлетворяет в сексуальных контактах, — гедонистическая. Получение удовольствия — одна из важнейших врожденных потребностей. В нашем мозге существует специальный «центр удовольствия» — совокупность структур, которая активируется во время приятных ощущений. Примечательно, что у мышей группа дофаминергических нейронов среднего мозга, входящая в «центр удовольствия», — это именно тот участок мозга мыши, который первым подвергается половой дифференцировке, на самых ранних стадиях внутриутробного развития,

еще до того, как половые железы мужского эмбриона начинают производить тестостерон («Brain Research. Molecular Brain Research», 2003, 118, 82—90, PMID: 14559357). Мы не будем здесь касаться мозговых механизмов оргазма и различий между мужскими и женскими ощущениями. Здесь существенно, что такая ранняя дифференцировка этой структуры свидетельствует о крайней важности удовольствия, системы поощрения для нормального функционирования организма. Подчеркнем, что «центр удовольствия» активируется не только при половом удовлетворении, но и при любом приятном для нашего организма воздействии, точнее, именно его работа и делает эти воздействия приятными.

Гедонистическую потребность относят к витальным, то есть жизненно необходимым. Любовь — это способ удовлетворить и другую витальную потребность, потребность в эмоциях. Подробный разговор об эмоциях потребовал бы слишком много места, поэтому ограничимся констатацией тривиального факта: они нам необходимы. Причем не только положительные эмоции, но и негативные: беспокойство, тревога, страдание. Любовь обеспечивает и их тоже. Одна из героинь пьесы Евгения Шварца «Повесть о молодых супругах» произносит такой монолог:

*«Я люблю мужа. Уж куда больше любить! Но душа просит... сама не знаю чего. Хоть погоревать во всю силу. И тут своя красота есть. Мы с Мишей, конечно, ссоримся, без этого нельзя. Но как-то по-домашнему. Эх! Люблю тоску!»*

Люди, которые ведут упорядоченный, размеренный образ жизни, лишены волнений и неопределенностей, испытывают дискомфорт и время от времени ищут жизненных ситуаций, которые вызовут у них эмоции. Состояние любви (влюбленности) — одна из таких ситуаций.

## Социальная самоидентификация

Помимо витальных потребностей человек в любовных отношениях удовлетворяет те, что называются социальными. Например, потребность в самоидентификации, в принадлежности к некоторому сообществу. Пожалуй, это основная социальная потребность человека, как и всех других животных, живущих в сложноорганизованных сообществах. Нам необходимо ощущать свою принадлежность к некой группе. Группой может быть несколько: человек ощущает себя как член семьи, представитель народа, гражданин государства, член трудового коллектива, представитель религиозной конфессии, болельщик спортивной команды, член неформального клуба (рыбаков, собирателей монет, любителей дрифта, готовящихся к апокалипсису «выживальщиков» и т. д.). При этом человек озабочен, во-первых, тем, чтобы его группа была лучше остальных, и, во-вторых, он хочет занимать в иерархии своего сообщества не последнее место.

Обилие социальных групп, к которым относит себя человек, — гарантия психического благополучия. Если какие-то сообщества уступают конкурентам (любимая команда постоянно проигрывает, родная страна экономически ничтожна и

политически изолирована, трудовой коллектив не пользуется уважением коллег), человек смещает свою самоидентификацию на другие группы, более успешные в своей категории. То же происходит, если человек занимает низшую ступень в иерархии своего сообщества: он ищет другие группы или создает их сам.

Любовь создает понятие «Мы», что очень воодушевляет. Ранние браки, как правило, мотивированы именно этим. Со всем молодые люди, вступая в брак, выходят из-под прессинга родителей, создавая новую социальную группу. Важно, что семья — группа традиционно уважаемая. «Мой муж» звучит значительно лучше, чем «мой любовник», «мой парень» или «мужчина, который живет со мной». Поэтому молодые супруги любят друг друга уже за то, что дают друг другу возможность удовлетворения этой важнейшей социальной потребности. Человек любит других членов своей группы за то, что они, несмотря на их недостатки, дают ему возможность ощущать себя особенным, отличным от других людей. Проявляется это не только в любви сексуальной, но и в любой другой: мужчина любит свой автомобиль, самурай любит свой меч, старый одинокий человек любит свою кошку.

## Лидерство

Как было сказано, человеку важно занимать не самое последнее место в своей группе. Необязательно быть на самом вершине социальной пирамиды, но и находиться в самом низу тоже нельзя. Это стремление большинства людей можно назвать потребностью в лидерстве, потребностью быть тем, на кого ориентировано поведение других членов группы.

Принято считать, что женщин привлекают альфа-самцы. Это справедливо далеко не всегда. Зачастую женщины выбирают не самого маскулинного мужчину, не наиболее доминирующего, не «победителя по жизни», а, напротив, минимально доминирующего, минимально адаптивного. Часто женщин привлекают алкоголики — женщина будет стараться спасти его. Физические недостатки тоже могут оказаться преимуществом в глазах женщины. Познакомиться с девушкой на улице просто, попросив ее прочесть афишу, дескать, плохо вижу, а очки забыл дома.

Со всем молодые, незрелые юноши притягательны для части женщин. Стареющей женщине молодой муж или любовник доказывает, что она стара только по паспорту, коль скоро молодой человек предпочел юным конкуренткам ее. Однако некоторые женщины цветущего возраста тоже выбирают себе совсем юных мужчин. Одна из таких женщин сказала: «Мне надоело, что меня постоянно учат жить». Конечно, взрослая женщина всегда будет управлять партнером, который сильно младше, именно она будет учить, в том числе и жизни вообще. Так она удовлетворяет свою потребность в лидерстве. Заметим, что аналогичная мотивация встречается и у мужчин: жена — это человек, которого можно учить жить.

В известной работе Эрика Берна «Игры, в которые играют люди» одно из основных понятий — поглаживание (stroke). Берна расширяет значение этого термина до метафизического: «...Любое действие, которое подразумевает признание присутствия другого лица» — аплодисменты актеру, признание заслуг ученого и т. п. Таким образом, каждый человек хочет быть лидером хоть в каком-нибудь сообществе. Тех, чье поведение нам удается сориентировать на себя, мы и любим.

От любви до ненависти порой действительно один шаг. Если этот шаг сделан, то можно с уверенностью предположить, что в любви преобладала мотивация, сформированная на основе потребности в лидерстве. Поскольку не удалось сориентировать поведение объекта на себя, то есть добиться взаимности, признания своей исключительности и правоты во всем, человек, рационализируя неудачу, объясняет себе,

что бывший предмет его любви плох, и для доказательства этого делает все, чтобы унижить, а то и уничтожить его.

Мотивированная лидерством любовь, хотя и лишенная эротической окраски, — это любовь родителя к ребенку. Пример такой сексуальной любви — любовь критского ваятеля Пигмалиона к созданной им статуе, которую Афродита оживила, снизойдя к его мольбам. Очевидная эгоцентричность такой любви (мнения Галатеи ведь никто не спрашивал) была наказана богами многими бедами, павшими на потомство Пигмалиона и Галатеи: трагическими смертями, инцестом, транссексуальностью, женоубийством, некрофилией.

Родительская любовь, как желание контролировать поведение своего ребенка, — причина широко известного неприязненного отношения тещ и свекровей к супругам детей. Тести и свекры обычно настроены не так непримиримо, поскольку у мужчин больше социальных групп, чем у женщин, и в этих-то группах мужчины удовлетворяют свои социальные потребности, в том числе и в лидерстве.

## Подчинение

В любви удовлетворяют и потребность, противоположную лидерству, — потребность в подчинении и следовании за лидером. Потребность в подчинении биологически целесообразна. Особь, которая ориентируется в своем поведении на лидера, избавлена от бремени принятия решений, выбора или выработки программы поведения и, наконец, от ответственности за решения и действия. Следующий диалог из «Квентина Дорварда» Вальтера Скотта иллюстрирует эти преимущества:

«— А чем вы объясняете свое поведение, когда, например, делаете переключку?»

— Приказанием моего ближайшего начальника, — ответил Меченый. — Клянусь святым Эгидием, чем же еще прикажете мне руководствоваться?»

У многих людей существует потребность не просто ориентировать свое поведение на другого человека, но и подчиняться ему. Греческий историк Плутарх пишет, что после гибели императора Отона в гражданской войне несколько человек покочили с собой, хотя «сколько было известно, никаких особых милостей от умершего не получали, а, с другой стороны, особого гнева победителя не страшились. Но по-видимому, никто из тиранов и царей во все времена не был одержим такой исступленною страстью властвовать, как исступленно желали эти люди повиниться Отону. Даже после его смерти не покинуло их это желание, но осталось неколебимо».

А Сомерсет Моэм в «Острые бритвы» так описывает сложное поведение, в котором присутствует и удовлетворение потребности в подчинении:

«Самопожертвование — страсть настолько всепоглощающая, что по сравнению с ней даже голод и вождление — безделка. Она мчит своего раба к гибели в час наивысшего утверждения его личности. Предмет страсти не имеет значения: может быть, за него стоит отдать жизнь, а может быть, нет. Эта страсть пьянит сильнее любого вина, потрясает сильнее любой любви, затягивает сильнее любого порока. Жертвуя собой, человек становится выше Бога, ибо как может Бог, бесконечный и всемогущий, пожертвовать собой?»

## Самооценка

Самооценка человека почти всегда происходит на основе сравнения себя с другими людьми. Наш собственный прогресс в каких-то областях тоже повышает самооценку: «В этом году я заработал больше, чем в прошлом», «На этой неделе я смог подтянуться на турнике на один раз больше, чем на

прошлой», «Я выкурил на сигарету меньше, чем вчера». Но и в этих случаях мы посматриваем на других людей — а каков прогресс у них? Только в сравнении себя с другими людьми человек может оценить собственные достижения в какой-либо области.

Успех у противоположного пола — один из важнейших критериев самооценки. Биологическое значение сексуальной привлекательности очевидно. Поэтому всем людям важно если не пользоваться успехом у противоположного пола, то, по крайней мере, заявлять об этом — в явной или в завуалированной форме.

В отечественной культуре гусар — классический образ дамского угодника и покорителя сердец: «Гусары не разини. В любви им неизвестно слово “нет”». Понятно, что у военных красивые мундиры. Понятно, что кавалерист эффективнее сапера. Но почему же именно гусар, а не драгун или представитель другого рода кавалерии?

Дело, видимо, в том, что гусары — это был самый легкий из всех видов легкой кавалерии. Вот почему в XIX веке в гусары записывали только мужчин ростом не выше 158 см. Между тем рост тоже важен для самооценки. «Глядеть свысока» означает продемонстрировать свое превосходство перед собеседником. Проигрыш в одном виде мужского многоборья невысокие мужчины компенсируют преимуществом в другом, еще более важным, — в успехе у женщин. Поэтому именно о гусарах сложилось представление как о покорителях женских сердец. Точнее, гусары сами создали этот миф. А, к примеру, кирасиры не распространяли о себе подобных слухов. Ведь в эту тяжелую кавалерию набирали мужчин не ниже 182 см, потому что постоянно носить броню — дело нелегкое. Здоровенных военных женщины любят и так, им и хвастаться незачем.

У женщин тоже, конечно, самооценка зависит от сексуального успеха, который для многих ограничивается количеством явных и скрытых знаков внимания со стороны мужчин.

Влюбленные постоянно восхищаются друг другом. Они говорят это от чистого сердца, тем самым делают еще привлекательнее друг для друга, потому что таким образом они взаимно повышают самооценку. Со временем, когда любовь перетекает в более спокойное русло, страсть утихает, даже искренне любящий человек перестает постоянно выражать восхищение своим партнером. Если у этого партнера достаточно сильна потребность в том, чтобы ему оказывали знаки внимания, он ищет новые связи и легко откликается на лесть. Очень точно сказал об этом французский моралист XVII века Франсуа де Ларошфуко:

«К новым знакомствам нас обычно толкает не столько усталость от старых или любовь к переменам, сколько недовольство тем, что люди хорошо знакомые недостаточно нами восхищаются, и надежда на то, что люди мало знакомые будут восхищаться больше».

Любящие сердца могут попасть еще в одну западню, связанную с потребностью человека в самооценке. Самооценка происходит, как правило, в сравнении себя с ближним кругом людей. Как известно, в своем отечестве нет пророка. Мы легко принимаем известие, что там, где-то за морем, есть человек, превосходящий нас своими достоинствами. Но нам трудно принять мысль, что близкий, хорошо знакомый человек чем-то лучше нас. Дружба — это не только взаимно симпатизирующие люди, это еще и объекты взаимного сравнения. Во всяком случае, слова «друг» и «другой» имеют общую этимологию. Друг — это «не-я».

«Как! Двадцать лет вместе, плечо к плечу, старательно карябали бумагу, потели, страдали от мучительного творческого бессилия (одного чистейшего медицинского спирта было выпито литров сто), отчаялись уже совсем, без малого махнули рукой на безнадежное это дело, — и вдруг на тебе: этот старый проверенный импотент, в одиночку, без всяких-яких,



недрогнувшей рукой выдает на-гора полноценное сочинение в десять авторских листов! Где справедливость? Где равенство? Братство — где? Или разве уже не все люди — братья?» (Витицкий С. Поиск предназначения, или Двадцать седьмая теорема этики.)

Дружба становятся конкурентами, если имеют один род занятий. Поэтому любящим друг друга стоит избегать общих специализированных занятий. Люди часто женятся на коллегах и выходят за них замуж. В этих случаях совершенно бессознательно происходит сопоставление профессиональных и карьерных успехов. Если оба, и муж, и жена, амбициозные люди, то успех одного снижает самооценку другого. Эту опасность, подстерегающую супругов, заметили еще древние греки и сложили миф о Кефале и Прокриде.

Кефал и Прокрида были молоды, здоровы, красивы, богаты и любили друг друга. У них было даже общее хобби — охота. Они были счастливы. Но боги не дремлют. Случилось так, что Прокриду полюбила сама Артемида и подарила той копьё, которое не знало промаха. Прокрида стала намного добычливее супруга. Кефал не раз просил жену дать ему поохотиться с копьём Артемиды, но всегда получал отказ. Однажды, когда Прокриду сморила полуденная жара, Кефал тихонько взял волшебное копьё и отправился на охоту. Очнувшаяся Прокрида, не обнаружив в доме супруга, подумала, что он отправился на свидание с какой-нибудь нимфой. Она побежала следом, чтобы выследить неверного и наказать разлучницу. Кефал, услышав шелест кустов, решил, что там скрывается зверь, и метнул не знавшее промаха копьё, насмерть поразив любимую.

Извлечем мораль из этого сюжета. Первое — на охоте можно стрелять только по ясно видимой цели. Но главное — второе: не следует конкурировать с любимым человеком.

Мы рассмотрели далеко не все поведенческие аспекты любви. За границами текста остались такие вопросы, как «формы поведения при любви», «половые различия», «стадии любви», «ревность», «любовь как навязчивое состояние». Даже список потребностей, которые удовлетворяет человек, когда его поведение определяется понятием «любовь», неполон. Обратите внимание, что многие, если не все, из этих потребностей человек может удовлетворить и в других формах поведения. Но любовь, безусловно, универсальный механизм, поддерживающий жизнь на нашей планете, и один из самых интересных.

Всем удачи!



# Правды нет.

Но вы можете оставить для нее сообщение



www.badastronomy.com

**Н**а протяжении многих тысячелетий люди могли узнать, что происходит за горизонтом, только со слов других людей. Которые склонны привирать и преувеличивать. И если забредший в село путешественник рассказывал, что там, за горами, живут люди с песьими головами, ему верили. А что еще оставалось делать? Не идти же проверять. Тут сено не накошено, поле не раскорчевано, в общем, не до псоглавцев.

Позднее, когда люди стали собираться в города, а в городах начали выходить ежедневные газеты, принцип в основном остался тот же. Охочие до

сенсаций журналисты пускали в оборот такие «утки», которые и у современников вызывали смех. Считается, что «газетная утка» произошла от сокращения N.T. — non testatur, то есть «не проверено»; аббревиатура созвучна немецкому Ente — «утка». Впрочем, достоверность этой информации тоже подвергают сомнению.

В самом деле, никто не требует выдавать вымысел за правду. Можно честно пометить материал — мол, «не проверено», за что купили, за то и продаем. Или поставить подзаголовок «научно-фантастический рассказ», а если читатель не обратит на это внимания, то вины журналистов тут нет. Такое вполне возможно: вспомним хотя бы известный случай с радиопостановкой по уэллсовской «Войне миров» в 30-е годы,

которую американские радиослушатели приняли за репортаж о реальном вторжении марсиан.

То же самое можно сказать и о зрительных образах. Бумага все стерпит — и возникают на страницах средневековых манускриптов разнообразные химеры, драконы и прочие монстры, неправдоподобие которых было ограничено лишь фантазией художника.

В XIX веке появились технические средства фиксации изображений — фотография, а потом и киносъемка. И общественное бессознательное возликовало — наконец-то можно все удивительные чудеса увидеть своими глазами, не покидая уютного кресла в кинотеатре.

Но одновременно с этими техническими средствами возникли и способы обмана с их помощью: комбинирован-

ные съемки, ретушь и так далее. Уже в конце XIX века американский физик Роберт Вуд с помощью простых подручных предметов вроде раскрашенного теннисного мячика иллюстрировал фотографиями свой фантастический рассказ о полете на Луну. Немного позже, в 1912 году, российский художник Владислав Старевич снимал немые мультфильмы, придавая нужные позы засушенным жукам, укрепленным проволокой. Лондонская газета «Evening News» писала: «Как все это сделано? Никто из видевших картину не мог объяснить. Если жуки дрессированные, то дрессировщик их должен был быть человеком волшебной фантазии и терпения».

К концу XX века появились компьютеры, и, чтобы создать невозможную картинку средствами фото или видео, уже не требовалось нетривиальных изобретательских способностей, которыми славны были мастера комбинированной съемки докомпьютерного периода. Достаточно освоить соответствующий программный пакет и действовать по инструкции.

В эту эпоху, правда, чисто компьютерная генерация изображений требовала огромных денег, кластеров из десятков или даже сотен серверов. Именно тогда киностудии начали меряться бюджетами, потраченными на спецэффекты, мода эта сохранилась до сих пор. Но благодаря техническому прогрессу вычислительная мощность стремительно дешевеет, поэтому 3D-эффекты уже давно доступны и любителям.

С другой стороны, знание о том, что все можно подделать, подрывает веру и к документальным съемкам. Существуют, например, сторонники теории «лунного заговора», которые всерьез убеждены, что люди никогда на Луну не летали, а видеорепортажи программы «Аполлон» сняты в Голливуде, в соседнем павильоне с тем, где снималась «Одиссея-2001».

Появление у периодических изданий интернет-сайтов в сочетании с вредной привычкой их дизайнеров не ставить на странице крупным шрифтом дату публикации привело к еще одному забавному эффекту. Уже давно сложилась традиция, что на первое апреля (или в апрельских номерах ежемесячных изданий) публикуются всякие розыгрыши. Причем чем правдоподобнее, тем лучше, — больше людей поверит. А потом эта статья остается висеть на сайте, и через несколько месяцев ее находит журналист другого издания или топовый блоггер и принимает за чистую монету. Возможно, по собственной невнимательности, но часто потому, что по веб-страничке трудно определить, что это было опубликовано 1 апреля. И пошла

гулять по Сети очередная сенсация.

Недавно Тим Бернерс-Ли, создатель WWW, назвал простоту распространения дезинформации через веб одной из самых страшных проблем последних 12 месяцев. А вторая проблема — невозможность отличить политическую рекламу от нейтральных текстов.

По-моему, проблема эта существует гораздо дольше. Почитайте, например, рассказы Марка Твена — он регулярно обращался к этой теме, и в контексте предвыборных кампаний тоже. В те времена все было устроено примерно так же, как и сейчас. Но тогда для того, чтобы распространять новости, нужно было иметь доступ к печатному станку. А завести себе аккаунт в социальной сети может каждый, теперь для этого не нужен даже компьютер, достаточно смартфона.

В результате количество людей в цепочке передачи новости сильно возрастает. Цепочки стали не только длиннее, чем в эпоху бумажной прессы, когда между источником новости и читателем были какие-никакие профессионалы, но и длиннее, чем в догугттенберговские времена, когда слухи передавались из уст в уста. Просто потому, что на свете сейчас гораздо больше людей, а Интернет позволяет им общаться на гораздо больших расстояниях. При этом мы по привычке, сложившейся в эпоху бумаги, доверяем печатным буквам и фотографиям на экране чуточку больше, чем слухам.

Тем более что распространять недостоверную информацию можно по разным причинам — кто-то поверил, а кто-то восхитился изяществом подделки или решил подшутить над легковверным приятелем.

Что же можно с этим сделать? Автор, конечно, знает хороший ответ, но вам не скажет (шутка). А простейший способ всем известен: любую поступающую информацию оценивать на правдоподобие, сопоставлять с другими источниками, пытаться уложить в картину мира. Однако это тоже сопряжено с опасностью промахнуться — отметая недостоверное, не поверить правде. Про «лунный заговор» я уже упоминал. Еще более знаменито решение французской Академии наук не рассматривать сообщения о падении метеорита — камни с неба падать не могут, потому что их там нет. Как выяснилось позднее, камни отсутствовали только в представлении академиков о небе, а в настоящем небе, точнее, в космосе, они вполне есть и даже иногда оттуда падают.

Бывает, что нежелание вписать неудобные факты в картину мира приводит к куда более неприятным последствиям, чем просто потеря ценных свидетельств. Ведь на основе своих



## МЫСЛИ О БУДУЩЕМ

представлений о мире люди планируют свои действия. И реакция мира на эти действия может оказаться несколько неожиданной.

Наверняка Родзянко и Львов, сто лет назад уговаривавшие Николая II отречься от престола, просто не могли себе представить, что в политике начнут участвовать не только уважаемые люди, с которыми всегда можно договориться, но и массы солдат-фронтовиков и заводских рабочих.

Аналогичную картину мы наблюдали на двух крупных политических событиях прошлого года — британском референдуме за выход из ЕС и президентских выборах в США. И в том, и в другом случае проигравшая сторона была непоколебимо уверена в своей правоте, в том, что проголосовать против можно только ради шутки. И в общем-то были основания для такой уверенности. В США, например, в столице за Клинтон голосовало более 90%. За демократов были и университетские города, и высокотехнологичные районы вроде Кремниевой Долины. Но вдруг выяснилось, что эта точка зрения характерна не для всего населения в целом, а только для определенного социального слоя, и людей с другим мнением достаточно чтобы они победили, хотя и с очень небольшим перевесом.

Людям свойственно полагать, что их круг общения если и не является всем миром, то, по крайней мере, хорошо представляет существующий в этом мире спектр мнений. А если вдруг кто-то врывается в этот мирок с точкой зрения, которая здесь считается неприличной, то он, наверное, неудачно пошутил. Но может оказаться, что он представляет собой достаточно заметную группу, действия которой могут помешать самым прекрасным планам.

Поэтому к шуткам и розыгрышам следует относиться серьезно. То, как и о чем шутят люди, многое говорит о реальности.

**Виктор Вагнер**

# История с климатом



Кандидат исторических наук

**С.А.Кувалдин**

Начнем с очевидного: у истории человечества есть место действия — планета Земля. Условия жизни на этой планете определяют многое из того, что может или не может человек, а следовательно, и человечество. Одно из важных условий подобного рода — климат Земли и ее регионов. Люди гордятся тем, что научились приспосабливаться к любому климату, от экваториального до полярного. Признать, что история человечества может зависеть от климатических колебаний, долгое время казалось едва ли не унижительным. Однако в 1970-е годы и позже накопление статистической информации, а также прогресс естественных наук в изучении климатических процессов сделали возможной такую постановку вопроса. Сегодня мы можем утверждать, что за последние несколько тысяч лет климат планеты в целом и отдельных ее регионов (в частности, Европы) заметно изменился. Люди Средних веков имели совсем другие представления о нормальной погоде и смене времен года, чем их наследники в XVII и XVIII веке. Это определяло характер повседневной жизни, а значит, базис для любых исторических процессов. Было бы чересчур смело заявлять, что ходом истории управляют зимние и летние максимальные и минимальные температуры, но то, что происходящие перемены оставляли свой отпечаток в истории, вполне очевидно.

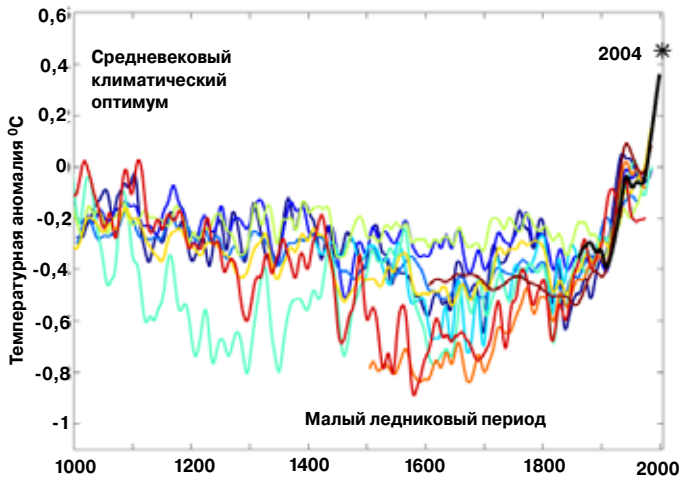
## Средневековый климатический оптимум

Один из наиболее значимых феноменов, который историки начали осознавать лишь со второй половины XX века, — так

называемый средневековый климатический оптимум. В период с начала IX до начала XIII века в Европе было заметно теплее, чем в XIX—XX веках. Нынешнее глобальное потепление, возможно, перекрывает рекорды былых тысячелетий, но с его последствиями мы сталкиваемся лишь последние 20—30 лет, а в том случае климат был стабильно теплее на протяжении нескольких столетий.

Подтверждения этому можно почерпнуть из письменных исторических источников. Записи о времени уборки хлеба и сбора винограда, зафиксированные в хрониках того периода, показывают, что урожай собирали минимум на три недели раньше, чем в XIX и XX веках. Сельское хозяйство при мягком и теплом климате подвергалось меньшим рискам. Экономика средневековых обществ, особенно в ранний период, почти целиком обеспечивалась сельским хозяйством — значит, были условия для того, что сейчас мы бы назвали бескризисным развитием. Люди меньше страдали от неурожая, реже голодали, то есть могли жить относительно спокойной жизнью и накапливать ресурсы. Разумеется, спокойная жизнь в Средние века, учитывая регулярные войны и междоусобицы, — понятие весьма относительное. Но быстрый рост городов, строительство готических соборов, расширение пахотных земель за счет трудоемкой работы по сведению заметной доли первичных лесов и многие другие явления, объединяемые понятием «Высокое средневековье», — плоды четырехвекового развития в условиях относительно мягкого и благоприятного климата.

*Вверху: Лукас ван Фалькенборх. Зима. 1595*



ru.wikipedia.org

Средние отклонения температуры во втором тысячелетии н. э., реконструированные различными методами. Более темными линиями показаны более свежие реконструкции

Англия в тот период была крупным экспортером вина. Известны жалобы французских виноделов, которые требовали запретить ввоз английского вина во Францию. Виноделием занимались крестьяне Восточной Пруссии и даже Северной Норвегии. Сама область земледелия была также значительно сдвинута на север. В Исландии, которая начала заселяться скандинавскими поселенцами с 874 года, вплоть до конца XII века выращивали ячмень. Нынешнее изменение климата вновь позволяет это делать — по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, последние 25 лет исландские фермеры начали отдавать под ячмень земли, прежде использовавшиеся лишь как сенокосные угодья. Хотя площадь посевов, по данным 2008 года, составляла всего 5000 гектаров, ячмень снова стал одной из сельскохозяйственных культур Исландии — на протяжении столетий подобное казалось невероятным. Заметим, что это важный показатель глубины нынешних климатических сдвигов.

Само заселение Исландии стало возможным благодаря относительно мягкому климату. Активная экспансия викингов в направлении Северной Атлантики начиная с IX века привела к открытию и заселению Фарерских островов, Исландии и Гренландии. Этого могло не произойти, если бы средняя температура в этом регионе была чуть ниже. Дело не только в возможности пересечь Северную Атлантику (при более мягком климате было относительно меньше штормов), но и в цели, ради которой это стоило делать. Экспедиции викингов нашли даже в арктической Гренландии земли, пригодные для жизни и ведения сельского хозяйства, — впрочем, это было главным образом животноводство в условиях, близких к критическим: скот девять месяцев в году содержался в закрытых



Габриэль Белла. Замерзшая венецианская лагуна. 1709.



хлевах. Колония норвежских поселенцев, основанная Эриком Рыжим в 986 году, существовала в Гренландии на протяжении нескольких столетий.

Европа в то время расширила пределы своей цивилизации за географические границы региона. В начале XI века экспедиции викингов во главе с сыном Эрика Рыжего Лейфом Эриксоном достигли Северной Америки. Основать поселения не удалось из-за враждебности местных племен, однако обитатели Гренландии регулярно совершали экспедиции к берегам Северной Америки — главным образом для заготовки не произрастающей в Гренландии древесины. Впрочем, эти примеры говорят скорее о крайних пределах, которые многовековое климатическое «окно» открывало для Европы. Для остального континента это было время спокойного и стабильного развития.

Теплый климат Европы не означал благоприятных условий во всех уголках планеты. Те же геологические и космические процессы для других регионов оборачивались катастрофическим недостатком воды. Рекордные засухи стали одним из факторов, приведших к крушению цивилизации майя в Центральной Америке в XI веке. Климат эпохи мог повлиять и на другое фундаментальное событие средневековой истории. Первая треть XIII века была периодом еще одной рекордной засухи — в монгольских степях, а это всегда стимулирует вторжение кочевников в земледельческие зоны. В данном случае она могла стать толчком к походам Чингисхана. С 40-х годов XIII века в завоеванных к тому времени монголами степях Поволжья и Придонья надолго установилась погода, о которой кочевники могут только мечтать, — в степи выпадало достаточно осадков, чтобы надежно обеспечить кормом стада и табуны. Это помогает объяснить, почему после подчинения Руси Батый так и не осуществил масштабного вторжения в Европу, хотя первоначально такие попытки были — мотив, который двигал воинами Чингисхана, перестал действовать. Так что климат и в этом случае был на пользу Европы.

## Малый ледниковый период

Средневековый климатический оптимум в Европе сменился эпохой, которую называют Малым ледниковым периодом — между началом XIV века и серединой XIX. Ледниковым периодом она оказывается также по сравнению с климатом второй половины XIX и XX века, который мы считаем нормой. На пике похолодания, пришедшемся на период между 1645 и 1715 годами, температура в Европе и Северной Америке отклонялась от этой нормы примерно на два градуса. Чтобы это не казалось пустяком, напомним, что на данном этапе глобальное потепление повысило среднюю мировую температуру менее чем на один градус от тех же показателей.

Похолодание зафиксировано в хрониках — для современников это выглядело так, будто привычная погода «слопалась» буквально за несколько лет и начались всевозможные беды. Во Франции хроники начиная с 1315 года фиксируют

многолетнюю череду дождливых сезонов и низких температур, которые приводили к снижению и гибели урожаев. Зима 1322 года во Франции и многих других странах Европы оказалась особенно холодной, и после этого погода окончательно изменилась.

Жить в Европе с XIV века стало труднее. Виноградники гибли, урожаи уменьшились и вызревали значительно позже — время сбора хлеба сместилось на несколько недель. Стали привычными майские заморозки (прежде почти неизвестные в Европе), долгие летние дожди и ранние осенние морозы. Этот век — время кризиса Средневековья; для него были и другие причины, в том числе перенаселенность — из-за продолжительных благоприятных условий людей в Европе стало слишком много для технологического развития тех лет. Но смена климата усугубила эту проблему, голод стал более частым явлением.

Ухудшающийся климат нанес удар по самому северному форпосту европейской цивилизации — колония норвежских поселенцев в Гренландии прекратила свое существование к концу XV века. О том, что происходило с ними в последние десятилетия, практически неизвестно. Их судьба — одна из исторических интриг, попытка ее реконструкции — источник многих сюжетов о гибели человеческих сообществ в климатической катастрофе. Однако то, что нам известно о средневековой Гренландии, не позволяет выстроить картину непреодолимого климатического апокалипсиса. На судьбу самого северного средневекового поселения европейцев повлияло сразу несколько факторов.

В наиболее благоприятные годы поселения скандинавов концентрировались на двух полосках суши. Первое находилось ближе к южной оконечности острова, его называют Восточным. Другое, Западное, было выдвинуто далеко на север к заливу Диско и находилось напротив Баффиновой земли — одного из островов канадского архипелага. Когда в начале XI века викинги впервые высадились в Гренландии, громадный остров был необитаемым. Однако через два столетия на севере Гренландии и ближайших островах канадского арктического архипелага расселились племена иннуитов (эскимосов). Западное поселение стало пунктом меновой торговли между скандинавами и эскимосами. Местная пряжа и железо, которое поселенцы получали из Норвегии, обменивались на моржовую кость, высоко ценящуюся в Европе. Торговля была основной относительной процветания гренландских колоний.

Однако к концу XIV века прежде надежный механизм сломался. Западное поселение колонисты покинули к 1370 году из-за холода и наступления льдов. Исчезла привычная зона контакта, в которой совершался обмен между скандинавами и иннуитами, да и спрос на моржовую кость в Европе упал — мода сменилась. Как любой регион, зависящий от поставок одного товара, Гренландия оказалась в кризисной ситуации, и к началу XV века туда перестали ходить норвежские торговые корабли.

Драматическая картина гибели всеми забытых поселенцев от голода и холода — очевидно, плод воображения беллетристов. Археологические раскопки на месте заброшенного Восточного поселения показывают, что Гренландия и в XV веке контактировала с Европой — скорее всего, ее время от времени посещали английские торговцы и баскские пираты, к тому времени наладившие связь с островами северной Атлантики. Находки фрагментов одежды, бургундских шапок и некоторых других головных уборов свидетельствуют, что даже в последние десятилетия существования колонии поселенцы были в курсе североευропейской моды. Признаков голода или катастрофы обнаружить также не удалось. Вероятнее всего, поселенцы уплывали из Гренландии на добравшихся до нее судах. Но факт остается фактом: европейцы, проникшие на остров еще в XI веке, отступили со ставших негостеприимными берегов и на несколько столетий, вплоть до XVIII века, почти забыли о нем.

## Пик похолодания

Самая суровая фаза Малого ледникового периода пришлась на XVII век. Фиксируемые в этот момент климатические изменения действительно заставляют говорить о климатическом кризисе. Балтийское море регулярно полностью сковывали льды. Зимой 1620/1621 года льдом покрылся Босфор, и на протяжении нескольких недель люди ходили пешком между европейской и азиатской частями Стамбула. Время сбора урожая во Франции в 40-е годы XVII века сдвинулось на месяц, винодельческая отрасль в Европе переживала тяжелые времена. Когда после казни Карла I в Лондоне 30 января 1649 года его тело на барже доставлялось по Темзе к усыпальнице, баржа едва не застряла в плывущем по реке льду. И позднее в XVII веке Темза зимой регулярно покрывалась прочным льдом. Одно время замерзшую реку в пределах Лондона называли Broad Street; на ней устанавливали временные киоски и вели торговлю, организовывали Морозную ярмарку с карнавалом, балаганами, травлей быков собаками.

Конечно, климатические перемены привлекали внимание ученых. В 1614 году Ренвард Цисат — ботаник, архивариус и городской историк Люцерна — решил написать дополнения к своему уже законченному трактату «Времена года», поскольку «последние несколько лет мы видим столь странную и удивительную череду изменений в погоде».

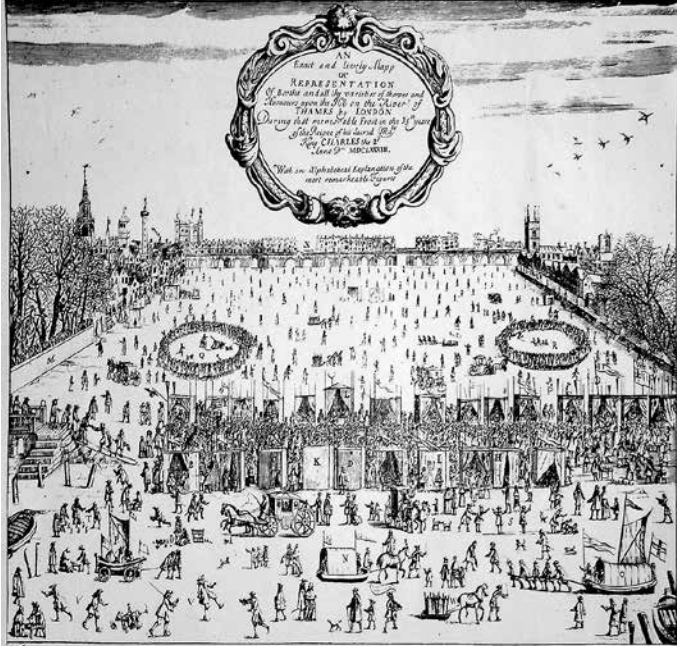
Одним из признаков новой климатической реальности, зафиксированным в культуре, стали зимние пейзажи голландских живописцев, главным образом XVII века (вероятно, самый известный среди них — «Охотники на снегу» Питера Брейгеля). Суровая снежная зима, замерзшие пруды и каналы были обычным явлением для Голландии тех лет — оно не повторялось с такой регулярностью ни до, ни после.

Кое-что можно сказать и в защиту Малого ледникового периода: из древесины, формировавшейся в этот уникально холодный период, делались скрипки Страдивари с их уникальными акустическими свойствами. Но для современников это отнюдь не компенсировало неурожаев и угрозы голода. Происходящему пытались найти объяснения — тогда это означало поиск виноватых; на конец XVI и XVII век приходится наиболее мощная волна «охоты на ведьм». Жестокости способствовал общий стресс, который испытывали жители континента.

Похолодание в Европе привело к изменению погоды не только на суше, но и на море. Накопление арктического льда у берегов Гренландии изменило циркуляцию атмосферы в Северной Атлантике, в конце XVI века в северных морях случались особенно сильные шторма. Серии таких штормов осенью 1588 года было суждено разметать Непобедимую Армаду, огибавшую Британские острова после неудачного столкновения с английским флотом, и выбросить десятки



Лукас ван Фалькенборх. Вид Антверпена с замерзшей Шельдой. 1590



Темза: ярмарка на льду. 1683

испанских кораблей на ирландский берег. Именно эти бури превратили печальную, но поправимую неудачу экспедиции Непобедимой Армады, не сумевшей пробиться сквозь строй английского флота, в подлинную катастрофу.

Шторму Армады посвящено одно из классических исследований британского климатолога Хьюберта Лэмба (1913—1997), занимавшегося реконструкцией погоды. Собственно, он одним из первых поставил вопрос о климатических изменениях в историческую эпоху. Лэмб пришел к выводу, что Армада столкнулась с действительно редким по силе штормом, имеющим не так уж много аналогов в истории. Так что слова испанского короля Филиппа II, встретившего весть о катастрофе Армады знаменитой фразой: «Я послал свои корабли сражаться с людьми, а не с ветрами и волнами Господа», недалеко от истины. Так получилось, что противником испанского флота, отправившегося на покорение Англии, оказались и климатические циклы Северной Атлантики.

XVII век стал временем тяжелого кризиса в истории многих стран. Смутное время в России, Тридцатилетняя война в Европе, восстание Богдана Хмельницкого и последующее погружение Польши на несколько десятилетий в пучину войн с Россией, Швецией и Турцией, серия восстаний в России, кульминацией которых стал бунт Стеньки Разина, бунты и вос-



Якоб Фуке. Зимний ландшафт. 1617



стания в других уголках Европы — все это признаки крайне беспокойной и нестабильной ситуации на всем континенте. Ухудшение условий жизни, голод и разорение крестьянства сыграли в этом свою роль.

Климатические изменения XVII века особенно тяжело сказались на регионе восточного Средиземноморья — а значит, ударили по Османской империи. Налоговые документы отмечают, что между 1576 и 1642 годами число деревень в Анатолии уменьшилось на две трети — провинция фактически обезлюдела. Во многих регионах Балкан также отмечалось значительное уменьшение числа крестьянских хозяйств. Налоговые платежи, которые получала империя, — в том числе из прежде очень зажиточного региона, своей европейской части, — резко сократились. Начался кризис, из которого империя Османов так и не выбралась вплоть до своего распада после Первой мировой войны.

## Генерал Мороз

Для нас один из самых интригующих вопросов о воздействии климата на историю — военные кампании «генерала Мороза»: в какой степени суровая российская зимняя погода могла повлиять на исход военных кампаний? Когда речь заходит о популярных представлениях, всегда приходится иметь дело с обобщениями и преувеличениями, но они возникают не на пустом месте. Присловье о генерале Морозе появилось после катастрофы, постигшей по итогам кампании 1812 года армию Наполеона. Армия погибла практически полностью во время многомесячного зимнего отступления по Смоленской дороге, и, вероятно, низкая температура этому способствовала. Однако говорить о небывалых холодах зимой и осенью 1812 года в России нельзя. Денис Давыдов, уязвленный доводом о морозе как победителе французов, приводит выдержки из дневников и воспоминаний наполеоновских генералов Гаспара Гурно и Генриха Жомини. Из них видно, что погода осенью 1812 года не отличалась особенной суровостью, холода начались позже обычного; так, переправа через Березину 26—28 ноября происходила в условиях оттепели, причем гораздо больше трудностей французам создало отсутствие на реке льда и ненадежность топких берегов на западном берегу. Бедствием стала необходимость отступить по разоренной войной области, где солдатам было нечего есть и некуда укрыться даже от не самых страшных холодов. Но в такую ситуацию армия попала не из-за морозов, а благодаря действиям российских войск.

Можно вспомнить, впрочем, что с необычайно холодной зимой при вторжении в пределы Российского государства пришлось столкнуться Карлу XII. Зима 1708/1709 года была очень суровой по всей Европе, лед сковал венецианскую лагуну, и на территории Левобережной Украины, куда пришла ведомая Карлом шведская армия, также стояли непривычные холода. Не сумев взять Полтаву, Карл вынужден был устраивать для зимовки полевой лагерь, и состояние армии ко времени Полтавской битвы было далеко не идеальным. Впрочем, и здесь сказались не только зимний мороз, но и то, что Петр сумел отрезать шведов от источников продовольствия.



Мнение о том, что морозы сыграли роль в поражении германской армии под Москвой в 1941 году, также спорно. Кинокадры парада 7 ноября 1941 года, когда одетые в макировочные халаты солдаты стоят на занесенной снегом площади, воспринимаются как признак сильных холодов, однако на самом деле в тот день было лишь ненамного ниже нуля, а через несколько дней началась оттепель. Мороз в ноябре, когда немецкая армия предприняла последний этап наступления на Москву, в среднем достигал  $-10^{\circ}\text{C}$ , то есть не был чем-то необычным для подготовленной армии, а холода с температурой ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  начались уже после перехода Красной армии в наступление.

## Ледяное дыхание вулканов

Помимо долгосрочных климатических циклов человечество сталкивалось также и с краткими периодами уникальных погодных условий, которые оставили след в коллективной памяти и повлияли на исторические события. Чаще запоминалось резкое изменение погоды в худшую сторону — для этого есть очевидные психологические и экономические объяснения. Плохая погода наносила удар по сельскому хозяйству и запускала механизм социального недовольства. Но воздействие кратких климатических аномалий на общество не всегда сводилось лишь к экономике: в некоторые периоды человеческой истории этот фактор мог стать решающим.

Примером резкой климатической аномалии, имевшей громадные последствия для истории нашей страны, можно считать голод 1601—1603 годов во время правления Бориса Годунова. Причиной его стал холод, нетипичный даже для Малого ледникового периода. В 1601 году на территории нынешней Центральной России 15 августа начались морозы, 1 сентября во многих местностях установился снежный покров, урожай почти полностью погиб. Весна оказалась настолько холодной, что озимый хлеб не взошел. Фактически на год большая часть России стала непригодной для жизни. Начался страшный голод — согласно записи одного монаха Иосифо-Волоцкого монастыря, «мертвых по улицам и дорогам собаки не продали». Люди бросали свои деревни, отправлялись в города и относительно сытые местности в поисках хоть какой-то еды. Все это расшатало социальную структуру Московского царства и стало одним из детонаторов многолетней Смуты.

Согласно современным представлениям, катастрофа 1601 года была вызвана извержением перуанского вулкана Уайнапутина в 1600 году. По разным оценкам, в атмосферу было выброшено от 16 до 32 миллионов тонн вулканической пыли, что затруднило прогрев земли солнечной энергией. Как уже упоминалось, холодная погода в то время была и в других регионах Земли — например, в Балтийском регионе, в Швейцарии, Китае.

Одним из самых катастрофических извержений в истории человечества стало многомесячное извержение исландского вулкана Лаки с июня 1783 года по февраль 1784-го. На поверхность вылилось 15 кубических километров базальтовой лавы — больше, чем в любом другом извержении.

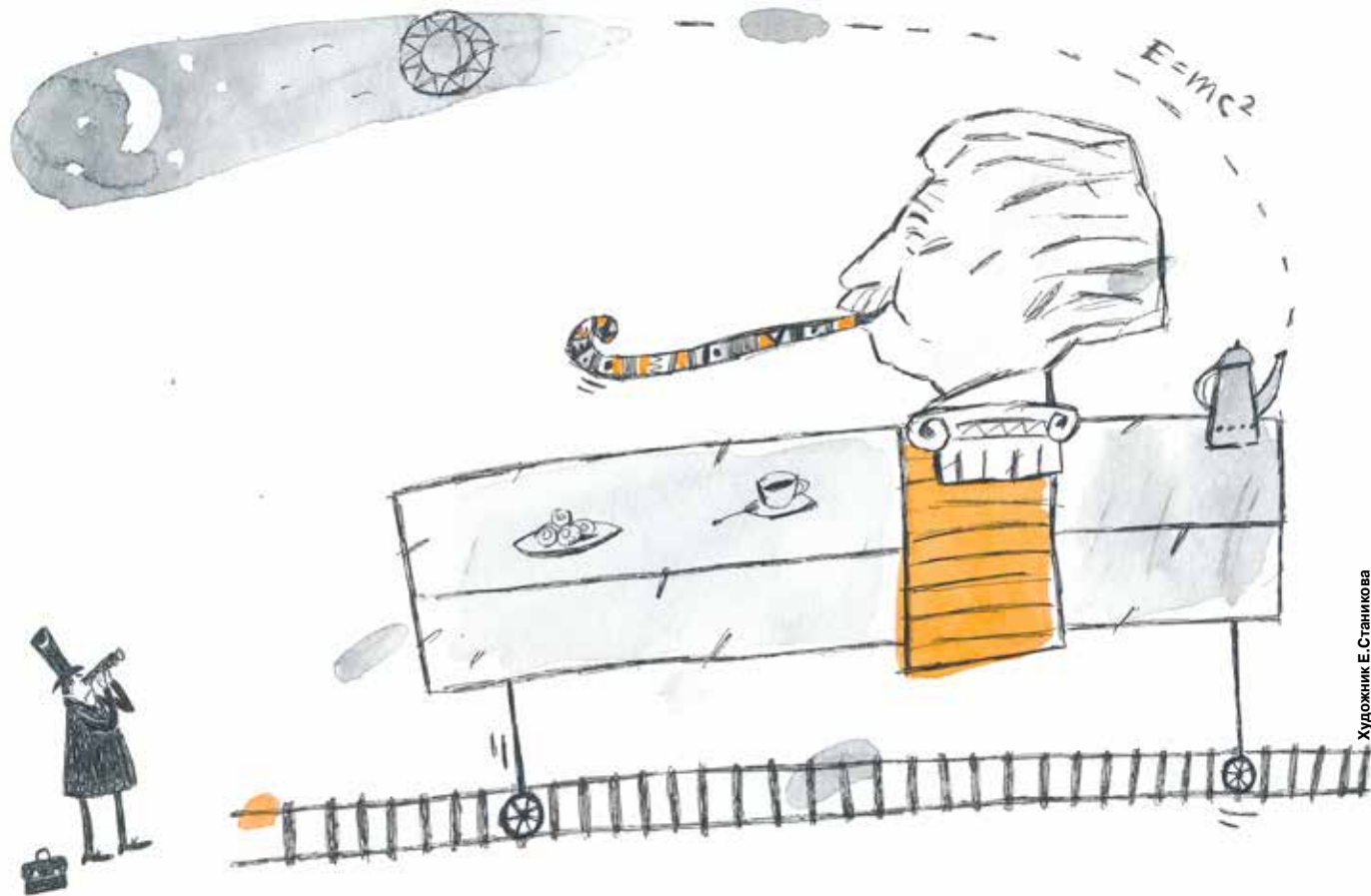
Лавы и вулканические газы опустошили остров, погибло около девяти тысяч жителей, почти все овцы и примерно половина коров. Начался массовый голод, жертвами которого стала пятая часть населения. Извержение Лаки до сих пор изучают в исландских школах как одну из главных трагедий в национальной истории. Вулканические выбросы привели к снижению температуры во всем Северном полушарии. Весной 1784 года в низовьях Миссисипи наблюдали невиданный для этих мест ледоход — по реке плыл мощный лед, образовавшийся за время особо суровой зимы в верховьях. Холодная погода какое-то время не давала возможности ему растаять даже в водах Мексиканского залива. Джордж Вашингтон весной 1784 года жаловался в письмах, что его люди оказались запертыми в вирджинском поместье Маунт-Вернон из-за непроходимых снежных заносов. Особо холодная, неблагоприятная для урожая погода держалась еще несколько лет, что подняло цены на хлеб. Именно к тому периоду относятся фразу, якобы сказанную Марией Антуанеттой, о пирожных, которые бедняки могут есть вместо хлеба. Это апокриф, но даже легенда указывает на то, как связывали современники цены на хлеб и события, которые чуть позже привели к Великой французской революции 1789 года. Пепел из вулкана на далеком острове в Северной Атлантике стал лишней гирькой в чаше весов истории.

Наконец, знаменитый «Год без лета», 1816-й, — период особо холодной погоды во многих частях Северного полушария, причиной которого стало извержение индонезийского вулкана Тамбора в 1815 году. Жертвами извержения, взрыва вулканического купола и цунами стали 70 тысяч местных жителей, а от последующего холода страдали и самые отдаленные регионы. Летом 1816 года снегопады и морозы отмечались во многих местностях Северной Америки и Европы. Например, в Германии, Ирландии, Уэльсе холодная погода и постоянные дожди привели к гибели урожая и голоду. Тем не менее «Год без лета» не стал причиной свержения тронов — возможно, в Европе, только что перепаханной наполеоновскими войнами, для этого не было дополнительных условий. Как ни соблазнительны «климатические» версии, основные исторические закономерности действуют при любой погоде.

Холодное лето имело одно довольно неожиданное последствие — Мэри Шелли, проводившая летние месяцы 1816 года в Швейцарии, в компании Джорджа Байрона и общих друзей, из-за постоянной непогоды вынуждена была подолгу оставаться дома и начала работу над романом «Франкенштейн, или Освобожденный Прометей». Известно, что роман родился из литературной игры: молодые люди, чтобы не скучать взаперти, решили написать страшные истории и затем прочитать их друг другу. Результатом той же игры стал рассказ «Вампир», написанный врачом и другом лорда Байрона Джорджем Полиодори, — сегодня его считают родоначальником всего «вампирского» жанра. Вот так «Год без лета» подарил Европе литературу ужасов. Хотя расцвет жанра пришелся на другую эпоху, с гораздо более острым ощущением близкой катастрофы, неожиданный и неприятный сдвиг в окружающей погоде, по-видимому, мог пробудить схожие чувства.

Здесь приведены лишь некоторые примеры того, как изменения климата или уникальные погодные явления могли влиять на историю человечества. Разумеется, фатальность такого влияния преувеличивать не стоит. Все люди — и цивилизация, которую образуют эти люди, — подвержены действию самых разных факторов, и время сбора урожая или освобождения морских проливов ото льда — лишь некоторые из множества, да и на них общество может реагировать по-разному. Тем не менее стоит помнить, что климат, в котором мы живем, — полноправный участник и соавтор нашей истории.





Художник Е. Станикова

# «Мне жаль, доктор Альберт...»



УЧЕНЫЕ ДОСУГИ

**Сидни Тоби**

*В нашем журнале не раз поднималась животрепещущая тема выбивания денег на научные исследования. Необходимость просить, порой униженно, соответствовать требованиям, порой весьма странным, — все это не миновало и крупнейших ученых. Исследование данной проблемы в историческом ракурсе предпринял Сидни Тоби, профессор химического факультета университета штата Нью-Джерси, США. Ему удалось обнаружить ранее неизвестные архивные документы, которые он опубликовал в апрельском номере «Journal of Chemical Education» за 2004 год.*

Лондон, приемная Сэмюэла Пипса, влиятельного чиновника морского ведомства, который несколько лет был президентом Лондонского королевского общества. Именно к нему обратился за грантом Роберт Бойль. Приводим краткий пересказ сохранившейся стенограммы беседы.

**Пипс (за рабочим столом в своем кабинете).** Войдите!

**Бойль** входит и останавливается перед Пипсом. Явно нервничает.

**Пипс.** Насколько я понимаю, вы — мистер Роберт Бойль, верно?

**Бойль.** Так точно, сэр.

**Пипс (впервые отрывает взгляд от бумаг).** А я — Сэмюэл Пипс, Управление военно-морских исследований флота его величества. Садитесь, Бойль, не будем соблюдать формальности. Вы тот самый достопочтенный Роберт Бойль?

**Бойль.** Нет сэр, просто мистер Бойль.

**Пипс.** Но ваш отец...

**Бойль.** Мой покойный отец был вторым графом Коркским, но я не унаследовал этот титул.

**Пипс.** Жаль. Из документов следует, что вы родились в Ирландии.

**Бойль.** В Лисморском замке, мистер Пипс. Моя семья происходит из дворян, которые поселились в Ирландии, чтобы цивилизовать эту колонию.

**Пипс.** В Ирландии у вас были сложности?

**Бойль.** О, нет, сэр. Ирландцы счастливы быть под благородным правлением его величества.

**Пипс.** Разумеется. И вы вернулись в Англию?

**Бойль.** Я хотел заниматься физикой.

**Пипс.** Вот как? И что же вы сделали, что просите от нас пособие?

**Бойль.** Я тщательно изучал поведение газов. Заперев газ в одном из колен изогнутой трубки, я мог измерять, как его объем связан с давлением.

**Пипс (без особого интереса).** И как вы это делали?

**Бойль.** Мой помощник в другое колено наливал ртуть...

**Пипс.** У вас был помощник?

**Бойль (немного обеспокоенно).** Да, у меня был помощник. И когда давление газа увеличивалось, я обнаружил, что его объем...

**Пипс.** Как зовут помощника?

**Бойль.** Это несущественно, сэр, но его зовут Гук. Роберт Гук. Во всяком случае, я считаю, что могу сформулировать закон, описывающий зависимость между давлением газа и

его объемом.

П и п с. И какова польза от этого закона?

Б о й л ь. Это новый закон физики. (*Встаёт, с энтузиазмом.*) Этот закон универсален для любого газа: углекислого, веселящего, угарного. И это точный закон!

П и п с. (*не впечатлен*). Вот как. Что еще вы сделали, мистер Бойль?

Б о й л ь. Я написал трактат по химии.

П и п с. Название?

Б о й л ь. «Химик-скептик, или Химико-физические сомнения и парадоксы, касающиеся спагирических начал, часто называемых гипостатическими, как их обычно предлагает и защищает большинство алхимиков».

П и п с. Это только название?

Б о й л ь. Да, сэръ. Позвольте объяснить...

П и п с. Боже упаси, мне и названия достаточно! Мы смертны, мистер Бойль, мы живем лишь шестьдесят лет, из которых десять нам отпущены на то, чтобы вести дела. Я должен сказать вам, что Управление военно-морских исследований флота его величества заинтересовано в практических делах, а не в (*презрительно*), как его, бездарном газе и тому подобном. Поэтому я не могу поддержать вашу деятельность, пока вы не займетесь чем-то более практическим. Вот ваш помощник Гук — человек практики. Он был у меня на прошлой неделе, чтобы продемонстрировать свою Теорию Упругости...

Б о й л ь (*вне себя*). Гук? Гук был здесь?

П и п с. ...Потому что пружины имеют большое значение, и Гук в них разбирается.

Б о й л ь (*сердито*). Но Гук неуч!

П и п с. Мы можем использовать пружины.

Б о й л ь (*в ярости*). Гук не может отличить свою задницу от коленки!

П и п с. (*игнорирует вспышку Бойля, выпроваживает его*). Возвращайтесь, мистер Бойль, когда у вас будет что-то подходящее для нас, практиков, а?

Бойль уходит, раздраженный и оскорбленный.

Спустя 170 лет — первая четверть XIX века. Органическая химия делает первые шаги. Комната в замке герцога Бранденбургского. За столом — профессор Берлинского университета Э й л ь х а р д М и ч е р л и х.

М и ч е р л и х. Войдите.

Входит В ё л е р.

В ё л е р. Герр доктор Мичерлих, я Фридрих Вёлер, и я хотел бы получить грант для продолжения работы в области органической химии.

М и ч е р л и х. И что вы изучаете, герр Вёлер?

В ё л е р. Если позволите, герр доктор Мичерлих, я задам вопрос: «Что такое органическая химия?»

М и ч е р л и х. Очевидно, это химия органического вещества.

В ё л е р. То есть?

М и ч е р л и х. Химия жизни, химия живых организмов. Химия веществ, обладающих жизненной силой.

В ё л е р. Так вот, я только что опроверг теорию жизненной силы.

М и ч е р л и х (*улыбаясь*). Вы это несерьезно, герр Вёлер?

В ё л е р. Вполне серьезно, герр доктор. Вы согласны, что мочевина — органическое вещество?

М и ч е р л и х. Конечно. Она образуется во многих живых организмах.

В ё л е р. Именно. Мочевина — типичное органическое вещество. Но я синтезировал ее из неорганических неживых соединений! Я синтезировал мочевину из цианата аммония.

М и ч е р л и х (*после долгого раздумья*). Вы сказали — из цианата аммония.

В ё л е р. Да, это простая реакция. Я приготовил теплый раствор...

М и ч е р л и х (*прерывая его*). Откуда вы взяли цианат аммония?

В ё л е р. О, герр доктор, вам не следует волноваться по поводу чистоты реактива. Я несколько раз перекристаллизовал его.

М и ч е р л и х (*холодно*). Из чего вы получили цианат аммония?

В ё л е р (*довольно раздраженно*). Собственно говоря, я сам получил его из цианата калия.

М и ч е р л и х. А откуда взялся цианат калия?

В ё л е р. Я синтезировал его из цианида калия.

М и ч е р л и х. А откуда взялся...

В ё л е р (*нетерпеливо*). Цианид калия был получен из ферроцианида калия. Чистый ферроцианид калия я купил на красильной фабрике.

М и ч е р л и х. На красильной фабрике. Ну конечно. А знаете ли, герр Вёлер, как на красильной фабрике получают ферроцианид калия? Его получают из остатков рогов, копыт и шкур, которые поступают на красильную фабрику. Пшик — вот что ваш цианат аммония! Жизненная сила была во всех этих веществах. Не думаете ли вы, что мы здесь все неучи — в Центральном научно-исследовательском управлении герцога Бранденбургского? К нам постоянно приходят самоуверенные оболтусы вроде вас. На прошлой неделе сумасшедший итальянец по имени Амедео Авогадро пытался уверить меня в том, что литровая колба с любым газом содержит одинаковое число молекул. Это то же самое, что сказать, что в мою ванну поместится одинаковое число пушечных ядер, или теннисных мячей, или мячей для гольфа. (*Багровея от злости.*) Это очевидная чушь, полностью противоречащая здравому смыслу. И вы, с вашим «опровержением» теории жизненной силы. Вы пытаетесь изъять из нашей жизни душу и смысл? Вы действительно думаете, что химические вещества в нашем теле можно получить из соединений, которые никогда не были живыми?

В ё л е р. Да, именно так я думаю. И будет доказано, что я прав.

М и ч е р л и х. Но не за деньги герцога Бранденбургского. Вы их не получите! До свидания, герр Вёлер.

В ё л е р. До свидания, герр доктор Мичерлих. (*Вполголоса.*) Вы, конечно, лучше герцога знаете, на что направить его деньги!

Не следует думать, что в прошлом всем отказывали в грантах. Бывали и счастливые исключения. Одно из них связано с Марией Кюри. И дело вовсе не в том, что она женщина.

Итак, конец XIX века, офис президента Французской академии.

Входит М а р и я К ю р и.

К ю р и. Месье президент?

П р е з и д е н т. К вашим услугам. Вы — мадам Пьер Кюри? Кюри. Да, месье, я Мария Склодовская-Кюри.

П р е з и д е н т. Так, так. Нечасто к нам заходят очаровательные молодые дамы, как вы. Думаю, вас послал муж, который слишком занят, чтобы прийти самому. (*Кладет руку на ее плечо.*)

К ю р и (*ледяным тоном*). Нет, месье. Мой муж сам попросил меня прийти. Он думает, что я лучше изложу суть наших исследований.

П р е з и д е н т. Что вы говорите?! И в чем же заключается ваше исследование?

К ю р и. Мы с Пьером работаем в области физики и химии.

П р е з и д е н т. Физики? Когда-то, много лет назад, я и сам был физиком. В этой области, очевидно, невозможно открыть что-то новое и хотя бы отчасти важное. К чему терять время, повторяя все те же старые измерения? Ну понятно, некоторое повышение точности, я думаю, вреда не принесет.

К ю р и. То, что мы сделали, больше, чем только повышение точности, месье президент. Мы обнаружили, что некоторые вещества излучают нечто, что может проходить сквозь предметы.



Президент. Правда, мадам? Ведь это звучит несколько неправдоподобно.

Кюри. Я так не думаю. Это излучение может полностью пройти через металлическую фольгу.

Президент (*чуть рассерженно*). И вы думаете, я в это поверю? Ведь этого не может быть!

Кюри. Но разве свет не проходит сквозь стекло? Разве магнитное поле не проникает через кирпич?

Президент (*на некоторое время потеряв дар речи, потом раздраженно*). Хм, если вы такая знающая, почему бы вам не баллотироваться в Академию?

Кюри (*ласково*). О, я-то могла бы, месье президент. Но дело в том, что вы не позволите.

Президент (*смущенно*). Я не могу менять законы природы. Но вернемся к вашим исследованиям. Что еще вы открыли?

Кюри. Мы открыли два новых элемента, полоний и радий.

Президент. Это очень интересно. Но это не то, за что Совет даст деньги. Нам нужны практические применения.

Кюри (*со спокойной уверенностью*). Это фундаментальные исследования. Ученые и инженеры со временем придумают, как это можно использовать. Помимо прочего, это очень красиво. Знаете ли вы, что радий постоянно светится в темноте?

Президент. А вот над этим мы можем поработать.

Кюри. Мой друг Эрнест Резерфорд сказал мне, что мы совершим революцию в физике.

Президент (*не слушая*). Меня всегда интересовало, возможно ли сделать краску, которая светилась бы в темноте.

Кюри (*не обращая внимания, продолжает*). Причем не важно, возьмем ли мы сульфат радия, его нитрат или карбонат — излучение будет таким же!

Президент. Светящуюся краску можно использовать для вывески или для циферблата часов.

Кюри. Представьте себе: явление непохоже ни на одно известное химическое превращение!

Президент. И вот о чем я подумал: светящийся ночной горшок! Когда я просыпаюсь посреди ночи, то никогда не знаю, где стоит этот чертов горшок.

Кюри (*спускаясь с облаков на землю*). Я изменяю физику и химию, а вы беспокоитесь о том, как лучше что-то найти в темноте?

Президент (*вставая и провожая ее до двери*). Моя дорогая мадам Кюри, мы, деловые люди, должны думать о том, как сделать, чтобы ваши лабораторные эксперименты могли принести людям пользу. Оставьте эту проблему мне, и вы получите грант, на который подали заявку. (*Мечтательно.*) Подумать только, мне не надо будет шарить рукой по ночам...

Последний претендент на исследовательские гранты не требует представления. Но он не всегда был так знаменит. Действие происходит в Вашингтоне, округ Колумбия, в начале XX века.

Дженкинс (*абсолютно жизнерадостный тип*). Входите, пожалуйста.

Входит Альберт Эйнштейн.

Эйнштейн. Здесь рассматривают заявки на получение гранта?

Дженкинс. Да. Чем могу помочь?

Эйнштейн. Надеюсь, что поможете. Моя фамилия Эйнштейн. Альберт Эйнштейн.

Дженкинс. Добрый день. Меня зовут Эдридж Дженкинс. Над чем вы работаете, доктор Эйнштейн?

Эйнштейн (*садится*). Над проблемой относительности.

Дженкинс (*озадаченно*). О, извините. Вы зашли в не тот отдел (*пытается выпроводить Эйнштейна из офиса*), вам нужен отдел общественных наук...

Эйнштейн бормочет вежливые возражения.

Дженкинс. Как выйдете, так по коридору налево. Здесь отдел физических наук. Как только пройдете холл...

Эйнштейн. Нет-нет, мне нужен отдел физических наук; я физик-теоретик.

Дженкинс. Вот как? Но я не думаю, что относительность как-то связана с физикой.

Эйнштейн (*снова садится и готовится к длительным объяснениям*). Позвольте мне объяснить...

Дженкинс. Послушайте, я чувствую, что все равно вас не пойму. Вы можете объяснить мне простыми словами, что именно вы открыли?

Эйнштейн. Я открыл, что абсолютного движения не существует.

Дженкинс (*совершенно озадачен*). Ну тогда вам, наверное, лучше объяснить мне, что же такое, в конце концов, относительность.

Эйнштейн. А это совсем просто. Ваш письменный стол движется?

Дженкинс. Конечно, нет.

Эйнштейн. Но представьте себе, что вы в центре Земли. Разве вы бы не видели, что ваш стол несется над вами со скоростью тысяча миль в час?

Дженкинс. Я не уверен...

Эйнштейн. А если бы вы были на Солнце, разве вы бы не видели, что ваш стол облетает Солнце со скоростью многих тысяч миль в час?

Дженкинс. Правда?

Эйнштейн. А вся Солнечная система движется по направлению к звезде Вега с еще большей скоростью.

Дженкинс. Секундочку, вот мой стол прямо перед нами. Он стоит на своем месте и никуда не собирается перемещаться.

Эйнштейн. Да, конечно. Относительно вас его скорость равна нулю, но вы не имеете права считать, что вы сами никуда не двигаетесь или что ваша система координат чем-то лучше, чем такая же для наблюдателя на Веге.

Дженкинс. Не пытаетесь ли вы убедить меня в том, что на Веге живут люди?

Эйнштейн. О господи...

Дженкинс. Сначала он мне говорит, что мой стол летает в небесах. Потом — что на Веге живут люди. И я должен терпеть болтовню этого фантазера. (*Обращаясь к Эйнштейну.*) Так мы никуда не продвинемся, Альберт. Вы сделали что-нибудь полезное?

Эйнштейн. Да, одно маленькое соображение о взаимопревращении материи и энергии.

Дженкинс. Ну нет, это никуда не годится. Приходите, когда у вас будет что-нибудь, имеющее практическую ценность. (*Покровительственно кладет руку на плечо Эйнштейна.*) Мне жаль, доктор Альберт. Но на сегодняшний день я действительно ограничен в фондах. (*Выпроваживает Эйнштейна.*) Когда-нибудь в другой раз, в другой раз.

Эйнштейн (*уходя*). Я хотел получить всего лишь тридцать семь долларов и пятьдесят центов, чтобы возместить расходы на дорогу.

# Байки морского биолога

Кандидат биологических наук  
**Г.М.Виноградов**

*Георгий Виноградов — сотрудник Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН, автор более ста научных статей, участник 16 морских экспедиций. «Байки — специфический жанр рассказов о всяких забавных случаях, от чисто уже мифических до вполне реальных, далеко не всегда достоверных, иногда с нарочными неточностями, хотя обычно они растут из какого-то подлинного зернышка, — предупреждает автор. — По примеру В.В.Коньцова, прошу набрать крупно и жирно: «ОНЫЕ БАЙКИ ЕСТЬ ПРОИЗВЕДЕНИЕ БЕЛЕТРИСТИЧЕСКОЕ»».*



## Про Академика, Министра и корабль

Это было, это было в те года, когда Большой Промысел в дальнем Океане переживал в Союзе даже еще не расцвет, а рывок к расцвету. Флотилии уходили к Анголе и Мозамбику и ловили нототений в Южном океане. Флотилии росли, сейнеров не хватало, за них интриговали, и новые корабли распределял лично Министр.

А Институту был нужен новый корабль. Небольшой, но океанского класса и неограниченного плавания. Вышло так, что сделать его с нуля не получалось, но можно было перепрофилировать какой-нибудь из достраивающихся сейнеров. Если рыбаки согласятся его передать. Если отдаст Министр.

Академик, который тогда управлял Институтом, с Министром был знаком. Знали друг друга, вместе состояли в каком-то там рыбном Комитете, уважительно раскланивались. Но это было отнюдь не столь близкое знакомство, чтобы позвонить вечером и сказать: «Вася, отдай кораблик». Более того, Академик полагал, что и в ответ на самую официальную просьбу последует вежливый отказ, ибо, как уже было сказано, сейнеров не хватало, за них интриговали, и отдать корабль в другое ведомство... Н-да.

И тогда Академик, сложив потребные бумаги в папочку, отправился в Министерство. Без предварительной договоренности, просто в приемные часы. С папочкой в руках добрался до секретаря Министра и доверительно спросил: «Сам-то нынче как? Принимает?» Что делает нормальный секретарь в ответ на такой вопрос? Уж конечно не пускает бессмысленного посетителя к шефу сию же минуту... Академику было предложено подождать, и он, ни слова не говоря, уселся, как школьница, на стульчик в приемной, положив папочку на колени.

Некое время спустя Министр по какой-то надобности выглянул из кабинета и обнаружил у себя в приемной... на стульчике, как последнего не знаю кого... Академика! Лауреата! Главу института! Уважаемого человека! Никим образом не подчиненного... Ой, нехорошо-то как...

— N.N., милый! Да что ж вы тут сидите! Как — не пустили?! Проходите, проходите пожалуйста... (Чаю! Быстро-ро!!!) Давно вы здесь? Час скоро?! Да что ж это вы... К нам-то какими судьбами? Сейнер недостроенный? Да, конечно, давайте подпишу... Вы уж извините, что так вышло, сейчас чаю принесут...

Академик был признанным мастером психологических миниатюр.

## Про искание в голове

Где-то в конце 50-х годов трое молодых биологов возвращались в Москву из экспедиции с Дальнего Востока. Поездом, разумеется. Багаж у них был — рюкзаки да ящик бентосных проб, настроение было отличное, и вообще жизнь была бы замечательная, если б ее не портил сосед по купе. Совершенно посторонний и страшно занудный, и притом ему все мешало. Главное, был бы вагон набит, а то в нем хватало пустых мест (но не трех рядом), и пересесть бы этому соседу туда, где мешать не будут, — но он из принципа не желал.

Тогда один из едущих, покопавшись тихонечко в том самом ящике с пробами, вдруг начал отчаянно чесать отросшую за экспедицию шевелюру, а потом со словами «поймал сволочь!» гордо предъявил на ладони двухсантиметровую желтовато-белую изоподу (кто не знает — рак такой морской, приплюснутый).

...И сосед из купе таки исчез. И жизнь стала совсем замечательной.

## Честь кабальеро

Давно это было. Еще при историческом материализме. Как оно в байках всегда и бывает, не знаю, насколько этот рассказ достоверен... однако и не на пустом же месте он возник!

В теплом ласковом море, в водах какой-то испаноговорящей страны, работала наша экспедиция. Маленькая, на небольшом суденышке. Смотрела что-то про геологию их шельфа. Естественно, поскольку оный шельф по всем прави-



Фото: Виктор Морозов



Научно-исследовательское судно *«Витязь»* в музее мирового океана. Калининград, 2011

лам был их экономзоной, работы шли по договору с Принимающей Стороной. И по устоявшейся практике, на время таких работ на судно подседа и научная группа хозяев шельфа. Симпатичные испанцы, какие-то геологические аспиранты, по-русски, правда, ни бум-бум, но на то английский и придумали... Короче, поработали хорошо и приятно, и вот уже шельфовый этап экспедиции заканчивается, идет она дальше, в ничье море, а испанцы соответственно сваливают к себе на берег. Ну и, естественно, затевается отвальная. Салатиков порезали, спирта развели, дамы перышки почистили... Сели, разлили, выпили по первой... Ну а потом дошло и до тоста за прекрасных дам. А все ж университет кончали, с его военной кафедрой, где и получили корочки лейтенантов запаса. Обычно-то про это не вспоминают, но при тосте за дам так хочется каблукми щелкнуть, запас там или не запас... Короче, к сказанному (на международном) тосту, кто-то, поднимаясь, добавляет (на родном), что, мол, офицеры пьют-с стоя... И тут один из гостей (по-русски якобы ни бум-бум) бледнеет, краснеет и, махнув рукой, вытягивается с бокалом во фронт. Какие нафиг инструкции при тосте за дам, честь кабльеро превыше всего!

## Про Городницкого, грека и ПОА «Пайсис»

Подводный обитаемый аппарат «Пайсис» канадской постройки (от латинского *Pisces* — «рыба», читаемого в английской транскрипции) — исследовательская мини-субмарина на трех человек — пилот, инженер, наблюдатель — с глубиной погружения 2000 метров. В Институте океанологии АН СССР два «Пайсиса» появились в 1975—1976 годах, были объезжены, отработали на Байкале и пошли работать в моря.

И вот где-то в конце 70-х на одном лучезарном море — пусть будет на Средиземном — идет серия погружений. Аппараты за бортом, судно-носитель отлаживает связь, а на мерно качающемся катере ждет своей очереди на погружение (вот-вот позовут садиться в аппарат; в «Пайсисы» грузятся не на борту, а с воды) профессор-грек. Ибо идут какие-то совместные с греками работы. А нырять греку предстоит впервые, да и вообще в те времена это дело не слишком для океанологов привычное. Здесь же на катере пребывает в ту пору еще только кандидат геолого-минералогических наук, но уже тогда Городницкий, которому тоже вскорости нырять. Пребывает он в отрешенно-космическом состоянии и сидит, прикрыв глаза, ибо укачало (что само по себе тоскливо, а уж перед работой...)

А еще на катер проник корабельный доктор. Проник — потому что погружения, как было сказано, очень и очень внове, да и любопытно же вблизи поглядеть. Но, чтобы не раздражать занятых людей, путаясь у них под ногами откровенно левым образом, доктор прихватил свой чемоданчик и держит его на коленях с самым деловым видом, мол, на службе я тут, а не то, что вы подумали.

А греку, как говорилось, нырять впервые, и он немного нервничает. И вид медицинского инструментария его как-то не успокаивает, скорее наоборот. И в конце концов он не выдерживает и осторожно интересуется:

— А скажите, это у вас так положено, чтобы на погружениях дежурил врач?

И тут Городницкий несколько оживает и даже открывает глаза.

— Конечно, — говорит он. — Это мировая практика. В других странах еще положен судовой капеллан, но у нас — государственный атеизм.

...Грек все-таки нырнул.

## Про «Витязь», фашистов и пролетариат

Когда наше прославленное океанологическое судно «Витязь» после 65 экспедиций уже не могло ходить в моря, его решили переоборудовать в Музей океана. И сделали в конце концов музеем, после длиннейшей многолетней эпопеи, из которой здесь — только один эпизод. Дело вдруг стало обрастать какими-то абсолютными идиотскими проблемами, клубок решений и контррешений катился все выше и выше и докатился до ЦК партии.

И вот некий Большой Чин вызвал группу океанологов, из тех, что пробивали музей, и сообщил, что затея — накрывается. Причина в том, что «Витязь» был «Витязем» не всегда. В прошлой жизни он был немецким банановозом «Марс» и в «Витязя» превратился, будучи полученным по репарациям после войны. Напомнив об этом, чин спросил: «И что же, вы предлагаете делать музей из судна, построенного в фашистской Германии?».

Всё, сливая воду, и хорошо, если просто скажут, что, мол, идите и впредь не грешите. Но музею — точно конец. И тут один из приглашенных то ли по наитию, то ли от отчаяния бухает:

— Да, конечно, он был построен в фашистской Германии. Но ведь он был построен руками *немецкого пролетариата!*

Чин вдруг замирает, потом говорит, что да, это надо обдумать. На чем аудиенция заканчивается. Через некоторое время становится известно, что в этой инстанции вопрос решен положительно.

## Про бактерий и семечки

Профессор С. уже в давние времена был мировой величиной в морской биологии, и занимался он бактериопланктоном. Говорили, что он может, посмотрев пробирку с морской водой на свет, с точностью до порядка назвать число бактерий на миллилитр, но рассказ не об этом. Рассказ о том, как в далекие времена, когда и слово-то такое тут мало кто слышал, он сумел получить международный грант и попасть в чуть ли не годовую командировку в одну Страну, заниматься своими бактериями океана. Но тут возникла проблема.

Ибо для работы профессору С. были нужны несколько тестовых культур этих самых бактерий (никоим образом не патогенов). А ввоз любых живых объектов в Страну был фактически запрещен. Ну, наверное, исписав вагон бумага, можно было ввезти эти культуры, но он и так едва пробил поездку. Оставалось сунуть пару пробирок в карман пиджака. Но профессор не обольщался. Выдержкой профессиональных контрабандистов он не обладал и понимал, что стоит таможен пристально на него посмотреть, как станет ясно: *что-то* у него есть...

И тогда он купил в Шереметьеве кулек жареных подсолнечных семечек. И, прилетев в Страну, кинулся к первому же таможеннику, размахивая этим кулком. «I know, — кричал резко позабывший английский профессор, — нельзя ввозить seeds! Но эти seeds — они not for growth, they killed, killed by hot! No growth! It is for eat! For eat!» — и совал таможеннику свой кулек. История умалчивает, отобрали ли у профессора жареные семечки или нет. Но пробирки он провез благополучно..

P.S. Ни одна неположенная бактерия во внешнюю среду не попала.

## Про субстанцию

В 1998 году международная экспедиция на нашем «Академике Келдыше» работала на подводном грязевом вулкане Хокон-Мосби в Норвежском море. Из вулкана сочился метан, на метане росли потребляющие его бактерии, и дно в 1270 метрах под кораблем было покрыто непонятной еще тогда сипинговой экосистемой. К экосистеме спускались «Миры» и бродили у дна над полями погнофор, присыпанных, как стерня снегом, хлопьями бактериальных матов... И как-то раз с одного из «Миров» заметили среди желтовато-белых матов какой-то крупный, с кулак размером, желтовато-белый комок. Абсолютно ни на что не похожий. Осторожно зацепили его внешним пробоотборником и доставили на борт. На борту оказалось, что комок по-прежнему абсолютно ни на что не похож.

Это была неструктурированная, но явно органическая субстанция, плотная, липковатая и слегка пружинящая на ощупь, с какими-то не то пузырями, не то не пузырями внутри. Все посмотрели на микробиологов. Микробиологи почесали затылки и сказали: «Не наше». Что на зоологов смотреть в данном случае бесполезно, все и так понимали. И с последней надеждой посмотрели на геологов. «Нет!» — закричали те. Научный состав стоял и печально разглядывал субстанцию, иногда осторожно тыкая в нее пальцами. Субстанция явно имела какое-то отношение к жизни, но вот какое... Кто-то из американцев пошутил, что половина фильмов про Чужих вот так

и начиналась. Вокруг нервно захихикали. Лежащую на лотке субстанцию пощупали еще раз и обнаружили в ней некое уплотнение. Потом до него добрались. Уплотнение опознали почти сразу.

Оно оказалось изюминкой. Это накануне кок булочки пек и смайлал остатки теста за борт.

## Прозрачный мир

Давно это было, еще в прошлом веке. Может, так было, может, не совсем так, но как-то вот так оно было... Короче, стоит на Белом море Биостанция. А напротив нее, через узенький такой проливчик, — Заповедник. Когда-то они крепко дружили, делали совместные работы по окрестной биологии, однако в те годы, о которых рассказ, Заповедник студентов с Биостанции пускать к себе перестал, да и на Биостанции велели к его берегу даже близко не подплывать, во избежание.

И вот однажды приехала на Биостанцию дипломница. Делала она работу по изменению сообществ приливно-отливной зоны (литорали) в окрестностях биостанции. Дело в том, что когда-то давно кто-то материал с нескольких точек литорали собрал, описал и обработал. И вот руководитель дипломницы придумал, что надо эти точки вновь обследовать и изменения зафиксировать, если таковые имеются.

— Только, — говорит, — вам пару точек повторить не удастся, они на том берегу взяты, где заповедник, а он теперь к себе не пускает.

Ну ладно, собирает дипломница материал, что-то там вырисовываться начинает, но вот свербит у нее и свербит, что неполное какое-то сравнение получается, без тех двух точек-то... И как оно часто бывает, начинает ей казаться, что без тех двух точек делать работу никак нельзя. Ну никак. Ну совсем... А уже и практика заканчивается, уезжать скоро... И решается дипломница на авантюру.

Не очень темной белой ночью, в густой туман, два особо доверенных приятеля перевозят ее на лодочке через пролив, ныряет она в прибрежные заросли, а лодка обратно в тумане растворяется... И вот, короткими перебежками, прячась за камушками и залегая, заслышав шум моторки (а вдруг заповедниковая?), она те точки находит, нужные пробы берет, а через оговоренный срок ее у приметного камушка та же лодка подхватывает, и возвращаются они на Биостанцию. При этом, понимая, что за такие фокусы можно со станции вылететь птичкой, все молчат.

А руководитель дипломницы, тот, что ей тему дал, в это время как раз в Москве был, но на Биостанцию собирался,



Один из «Пайсисов» за работой

по своим каким-то делам. Дипломнице, напомню, через пару дней уезжать. Ну, добирается она станционным катерком до железной дороги и там пересекается с этим самым руководителем, как раз из поезда вылезшим.

— А, — говорит, — хорошо, что я вас застал. Как успехи? Слышал, вы и в заповеднике точки взять сумели?..

...Нет, это уже даже не большая деревня, этот прозрачный мир.

## Литературное

На одной из морских биостанций, обильной студентами, некий товарищ затеял красить лодку. Красил он ее весьма торжественно, а потом, будучи натурой романтической, решил назвать ее «Ассоль». И по великой грамотности своей вывел на борту: «АСОЛЬ». Первой же белой ночью в начале имени выросла буква «Ф»...

## Про медузу Глашку

Медуза была самая обычная, *Aurelia aurita*. Жила она в Черном море, возле Геленджика, и поймали ее на опыты. Собственно, опыты были вполне мирными: что-то там определяли про дневные рационы и скорость переваривания, так что сидела медуза (поименованная Глафирой) в большом аквариуме, а ей скармливали рачков-калянусов, которых она весьма любила. Она рачков лопала, а вокруг смотрели, с какой скоростью они в ней перевариваются (что сквозь прозрачную медузу вполне видно было). В конце ее вообще назад в море отпустили.

Но вот что всех удивило. Аквариум отличается от моря тем, что у него есть стенки и углы. Иногда упущенный Глашкой рачок попадал в этот угол, куда она сама, будучи дамой в теле, пролезть не могла. И тогда Глашка поворачивалась к лесу задом, то есть к углу низом, резко сокращала свой колокол, и получившаяся от одного сокращения струя воды вымывала рачка из угла в более доступное место.

В своей родной пелагиали она с такой ситуацией сталкиваться не могла. Мозгов у нее нет. Так откуда?!

## Про морскую птицу

Карантинное законодательство Страны Запада было очень строгим. Об экологии тогда еще не шибко беспокоились, так что карантинность была ориентирована на сельхозинфекции. Ввезти в страну любое животное можно было, только написав два ящика бумаг. А если на борту любого зашедшего в их порты судна были животные, которых в страну ввозить не собирались, а собирались плыть с ними дальше, то их необходимо было предъявить таможене «на входе» и «на выходе», под гарантии капитана, что животное судна не покинет.

А на зашедший в порт корабль (научник не помню чьего ведомства) за несколько дней до того в открытом море опустился кто-то из мелких соколов. Обессилевшие, потерявшие берег птицы садятся на палубу, конечно, не каждый день, однако не так уж и редко. Обычно их не трогают, но этого сокола почему-то поймали, не знаю уж, из каких соображений. И шерстившая корабль таможеня отметила его присутствие на борту, записав по своему таможенному раздолбайству как «морскую птицу». Каковую следует потом предъявить и т. п.

Заход был трехдневный, а на второй день сокола украли. Со всей очевидностью, украли специально, ибо на корабле тотчас же нарисовался чин карантинного контроля и пожелал увидеть имеющуюся на борту морскую птицу. Реально светили скандал и крупный штраф с дальнейшими оргвыводами на Родине. Карантинного чина явно интересовал только штраф (возможно даже, что и не штраф, а взятка за отмазку, но неподотчетной валюты на нее все равно не было).



## ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Хорошо, что пропажу сокола успели заметить до того и капитан про нее знал. Поэтому он сказал, что морская птица сейчас находится в запертой каюте моряка, ушедшего в увольнение на берег, и вскрывать каюту без хозяина он, капитан, не будет, вот вечером моряк из увольнения вернется, тогда будет и морская птица, и все, что пожелаете. И на сем уперся. И как-то чина до вечера спровадил.

После чего случившимся на борту матросикам были выданы рыболовные лески с крючками и куски сала, и они, прячась за фальшбортом и за надстройками, стали эти крючки кидать за борт, пока на один из них не клюнула помоечная портовая чайка. Чайку затащили на борт, перемотали ей бинтами крылья, лапы и клюв, дабы не махала и не клевалась, посадили в канатный ящик, а на крышку ящика для надежности посадили боцмана. И вечером привели вновь явившегося чина к ящику и торжественно чайку ему предъявили. Чайка стреляла злым желтым глазом и орала сквозь спеленатый клюв.

— Но это не та птица! — возопил чин.

— Как не та? — удивился капитан. — Вот бумага таможни: «Птица морская, одна». Вот вам птица морская, одна. Или вы скажете, что это не морская птица?

На чем история и заглохла. Чайке, правда, пришлось просидеть в канатном ящике до отхода...

## Чутье не изменит

Году этак в 2002-м четыре ошалевших от месяца-без-берега научных сотрудника (включая вашего покорного слугу) брели по жаркой улочке захолустного городка Сяо-Роке-до-Пико, что на острове Пико из Азор. Брели с вполне конкретной целью: найти место, достаточно уютное для более близкого знакомства с бутылкой настоящей мадеры из Мадейры, купленной в портовом магазинчике в начале захода. В конце концов был обнаружен очаровательный, в меру захлащенный дворик на задах какого-то большого дома, с синим выюнком, ползущим по горячей черной лавовой стенке, и с чем-то достаточно тенистым из растительности. Все сразу, дружно и независимо поняли: «Оно!»

...Когда часок спустя, в еще более радужном настроении, мы поползли дальше в город, как раз прошли мимо фасада того самого дома, задворки которого столь мило... ну и т. д. На фасаде висела вывеска. Это была городская филармония.



# Киноа

Среди экзотических для нас продуктов самый известный, пожалуй, это киноа. Он продается в магазинах (в России стоит очень дорого), его выращивают в 95 странах, совсем недавно ученые расшифровали его геном. В Европе с 1993 года действует проект «Киноа: многоцелевая культура для европейского сообщества», а ООН объявила 2013 год годом киноа.

**Дар богов.** Киноа (*Chenopodium quinoa*) принадлежит к подсемейству маревых (*Chenopodioideae*) семейства амарантовых *Amaranthaceae*. Ее родственники — листовая свекла и шпинат. Это однолетнее травянистое растение высотой от одного до трех метров с крупными листьями. Его верхушка увенчана пышными метелками соцветий,

Родина *C. quinoa* — Южная Америка, Анды. Это была основная крупа инков, а культивировать ее начали около семи тысяч лет назад. Инки называли растение матерью всех зерен, даром богов и считали священным. При начале сева первые семена киноа торжественно сажал сам император. Однако на самом деле плоды киноа не зерна, а орешки: круглые, плоские, диаметром 1,5—4 мм. Цвета они могут быть разного — белого, черного, бежевого, красного. Киноа иногда называют псевдозерновой культурой. Индейцы обжаривали ее семена и добавляли в супы, варили из них кашу и даже готовили традиционный напиток чичи, напоминающий пиво.

Испанцы эту мелочь должным образом не оценили и сочли плебейской пищей, едой индейцев. Кроме того, католическая церковь активно препятствовала выращиванию киноа, поскольку из нее готовили священный напиток для религиозных церемоний. В результате киноа сохранилась там, куда европейцы не смогли добраться и заменить ее зерновыми культурами. И только в 1960-х годах растение оценили в полной мере.

**Суперпища.** Киноа удивительно неприхотлива. Она может расти на высоте до 4000 метров, где никакая другая культура не вызревает, на засоленных, кислых или щелочных почвах, выдерживает температуры от -5 до +35 градусов и хорошо переносит засуху. Киноа урожайна. Посеянные 200 граммов семян дают урожай от 600 кг до тонны. А главное, она невероятно питательна.

Семена растения содержат до 19% белков, в том числе все девять незаменимых аминокислот. В большинстве зерен нет незаменимых лизина и изолейцина, а в киноа их достаточно. Белки киноа обладают большой биологической ценностью. Этот показатель определяют как долю пищевых аминокислот, встроившихся в белки тела. У киноа он равен 73%, практически как у говядины (74%). Биологическая ценность белков других злаков существенно ниже: у белого риса — 56%, пшеницы — 49%, кукурузы — 36%. Неудивительно, что киноа оценили вегетарианцы, веганы, а также люди, желающие потреблять больше белков, но меньше холестерина.

Жирных кислот в составе семян относительно немного — 14,5%, из них 70—89% ненасыщенные, в том числе до 50% линолевой кислоты, около четверти олеиновой и 5% альфа-линоленовой кислоты. Мы знаем, что употребление ненасыщенных жирных кислот вместо насыщенных сокращает риск развития диабета 2-го типа, ожирения, сердечно-сосудистых и воспалительных заболеваний. Однако для достижения такого эффекта важно не только общее содержание ненасыщенных жирных кислот в рационе человека, но и правильное соотношение жирных кислот омега-3 и омега-6. У омега-3 кислот одна из двойных связей в углеводородной цепи лежит между третьим и четвертым атомами углерода, в молекуле омега-6 — между шестым и седьмым атомами. Оптимальное соотношение омега-6 / омега-3 составляет от 5:1 до 10:1, у киноа оно около шести.

Углеводы киноа тоже не абы какие, а невероятно полезные, потому что у них низкий гликемический индекс. Его измеряют по шкале от 0 до 100. Чем он меньше, тем ниже уровень глюкозы в крови через два часа после еды. Продукты с низким гликемическим индексом (меньше 55) нормализуют уровень сахара и липидов в крови, помогают контролировать вес. У киноа этот показатель варьирует от 35 до 53. Ее семена содержат от 58 до 64% крахмала, который всасывается в кишечник постепенно, а сахаров, преимущественно D-килозы и мальтозы, мало. Глюкозы и фруктозы в семенах почти нет.



Еще одно достоинство — 10—16% пищевых волокон, почти вдвое больше, чем в других злаках. Они стимулируют перистальтику кишечника, снижают давление и риск развития диабета, предотвращая таким образом геморрой и сердечно-сосудистые заболевания. Пищевые волокна уменьшают уровень холестерина и глюкозы в крови и способствуют потере веса.

**Полезные добавки.** Киноа превосходит злаки по содержанию рибофлавина и фолиевой кислоты. Рибофлавин улучшает энергетический метаболизм мозга и мышечных клеток, а фолиевая кислота необходима для нормальной работы мозга, умственного и эмоционального здоровья. В семенах есть также тиамин, пантотеновая кислота, витамины-антиоксиданты С и Е.

В семенах киноа ученые обнаружили 23 полифенольных соединения с антиоксидантными свойствами (вы слышали о полезных продуктах без них?), главным образом феруловую кислоту и кверцетин. Чем темнее семя, тем больше в нем полифенолов.

Еще одно полезное вещество, которым богата киноа, — бетаин, служащий источником метильных групп при синтезе некоторых аминокислот и помогающий поддерживать осмотическое давление в клетке.

А еще киноа превосходит кукурузу, рис и пшеницу по содержанию кальция, железа, магния и калия. По содержанию цинка культура сравнима с пшеницей, по содержанию фосфора несколько ей уступает.

**Чего в киноа нет.** Этот уникальный продукт, в котором присутствуют все необходимые питательные вещества, витамины и микроэлементы, еще и глютен не содержит. Напомним: глютен — это белки злаков, вызывающие у многих людей сильную иммунную реакцию. Непереносимость глютена называется целиакией, ей страдает каждый сотый житель планеты. Для них разрабатывают безглютеновые диеты, но они содержат больше соли и насыщенных жиров и меньше витаминов, макро- и микроэлементов, чем продукты с глютенем. Киноа этих недостатков лишена, поскольку и витаминов, и минералов в ней вполне достаточно, и может стать основой безглютеновой диеты.

Белки киноа, как и любые протеины, способны вызвать аллергическую реакцию, однако пока описан лишь один такой случай у француза 52 лет.

**Ложка сапонинов в бочке каши.** Киноа все-таки не идеальна, есть у нее недостатки. Самый главный, пожалуй, — высокое содержание сапонинов. Это тритерпеновые гликозиды, которые защищают растение от травоядных. Исследователи нашли в семенах киноа 43 разных сапонинов, их концентрация достигает 5%. Людям они вредны, поскольку обладают гемолитическим действием и горчат. От сапонинов можно избавиться длительным вымачиванием, но воды на эту процедуру уходит много, и питательные вещества вымываются из семян. К счастью, есть и другой метод. Сапонины сосредоточены главным образом в оболочке семян, которую удаляют механической машинной обработкой. При этом все питательные вещества, витамины и микроэлементы семя сохраняет, поскольку они находятся в сердцевине. Сейчас селекционеры заняты выведением сортов сладкой киноа, в которой менее 0,11% сапонинов. Секвенирование генома позволило определить гены, ответственные за синтез сапонинов, что должно ускорить селекцию.

Второй вредный компонент киноа — фитиновая кислота, которая связывает минералы и мешает их всасыванию в кишечник. От нее можно избавиться предварительным замачиванием. И наконец, оксалаты: они препятствуют усвоению кальция и магния и могут привести к образованию камней в почках. Однако при кулинарной обработке их содержание снижается.

**Продукты из киноа.** Семена киноа продают либо целиком, иногда уже вымоченные, либо без семенной оболочки. Из них готовят каши, которые комбинируют с вареными или сырыми овощами. Варят киноа 12—20 минут, в зависимости от содержания белка: чем оно выше, тем дольше надо варить. Воды добавляют по объему в 2,5—4 раза больше, чем семян. Разваренные семена увеличиваются в объеме, но все равно мелкие, как пшено. Вареная киноа хранится в холодильнике шесть-семь дней.

Безглютеновая мука из киноа заменяет обычную при выпечке кексов и бисквитов, из нее получается неплохая лапша. Существует также много продуктов, содержащих около 20% киноа: макароны, хлеб, печенье, мука, напитки, детское питание и диетические добавки. А еще в пищу употребляют молодые листья и побеги. Их едят как зеленые овощи.

Специалисты Гарвардской школы здравоохранения полагают, что, если ежедневно есть вареную киноа, риск преждевременной смерти от рака, диабета, заболеваний сердца и дыхательной системы снизится на 17%. НАСА интересуется этой культурой как источником пищи для астронавтов, которым предстоит длительное пребывание в космосе. Ученые убеждены, что широкое распространение киноа повысит продовольственную безопасность человечества.

Многие люди в детстве недоумевали: почему полезные продукты невкусные? Киноа, увы, не исключение. Вареные семена практически лишены вкуса, разве что горчат слегка.

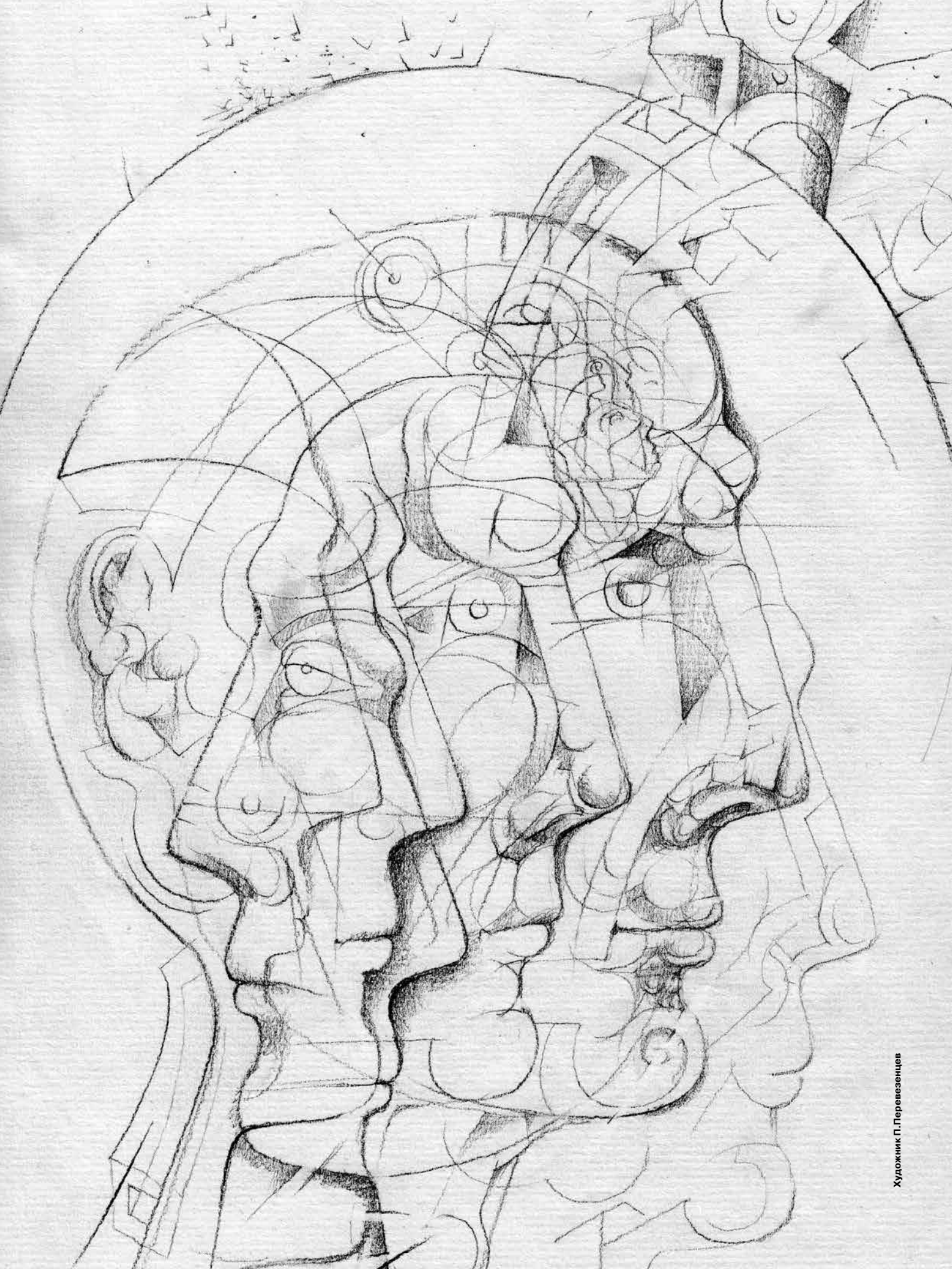
**Н. Ручкина**

Художник Н. Колпакова



ЧТО МЫ СЪЕДИМ





# Алчере

Марина Аницкая



ФАНТАСТИКА

— Я люблю тебя, — сказал Джек.  
Ирра подняла высокие брови. Радужка у нее была лиловая, а белка совсем не было видно. Как у лошади.  
— Я люблю тебя. Я хочу быть с тобой всегда. Ты понимаешь?  
Ирра склонила голову к плечу, прислушиваясь. Джек испугался, не сказал ли он ей случайно что-нибудь оскорбительное. Или какую-нибудь глупость вроде «ваша усталая туфля урчит». Он до сих пор не был уверен в своем произношении.  
Ирра говорила на всеобщем, но ему почему-то казалось, что она не принимает «звездную латынь» всерьез.  
— Никто не может ни с кем быть всегда, — ответила она.  
— Почему?!

Ирра засмеялась. Меж оливковых губ блеснули белые зубы.

— Ты такой алчере. Ирр-иала-алчере.

Это был его третий месяц на Алголе-7. Он нанялся водителем челнока к сварливому профессору чуть ли не со Старой Земли. Алгола — Ичерерр по-местному — была тихой научной планетой вдали от больших перекрестков. Алгольцы, медленные, вечно рассеянно улыбающиеся и флегматичные, мало интересовались происходящим за пределами своего захолустья.

Проф, конечно, утверждал, что это и есть настоящий центр галактики, но если это и был центр, то разве что для горстки таких же с прибабахом. Работа была не пыльная, но Джек уже начинал думать, что загнется к чертям от скуки. И тут на семьдесят третьем спутнике случилась конференция, Проф долго ругался с кем-то по громкой связи, а потом велел забрать с третьего дока профессора Арроче.

Джек настроился на еще одного ученого сухаря, но у профессора Арроче оказались самые длинные ноги отсюда до Кассиопеи, и пребывание на Алголе резко обрело смысл и заиграло красками.

День на третий, подходя к холлу обсерватории, он случайно услышал, как Проф кому-то выговаривает:

— Я все понимаю! Мы все увлеклись... мнэ... экзотикой! Незнакомые планеты... чуждые формы жизни... романтика, то-се... но извольте не обращаться к пилоту при исполнении, а то у него концентрация сбоят от вашей дикции! Врежется он тут во что-нибудь, и будет наш с вами бранный прах мешать при экспериментах и сбивать настройки.

— По меркам вашего вида, он — совершеннолетний? — спросил после паузы низкий женский голос, и Джек замер, узнав Ирру.

— Еще бы! — фыркнул Проф. — Я в его годы уже второй раз развелся!

— Значит, он сам в состоянии проследить за своей концентрацией, — заключила Ирра.

— Не путайте наше совершеннолетие с вашим, — буркнул Проф.

Роман Джека с Иррой развивался стремительно. Проф, конечно, и ему пытался подsunуть ссылку на университетское портфолио. Но файл утверждал, что профессору Арроче

триста тридцать семь земных лет, и Джек понял, что это все равно чушь. Кому триста — не выглядят, как звезда с обложки, не раскрывают так глаза от удивления и уж точно не целуются с малознакомыми пилотами под тремя лунами. Только иногда ему казалось, что она не принимает его всерьез.

— Я тебя люблю. Я хочу быть с тобой всегда, — говорил он ей.

Ирра качала головой.

— У тебя кто-то есть? — спрашивал он. Ирра поднимала брови.

— Еще кто-то. Как я, — пытался он объяснить, отчаянно сражаясь с чужим языком.

Ирра поднимала брови еще выше:

— Нет. Такой, как ты, ты один.

— Ты хочешь уйти?

Ирра задумывалась на секунду.

— Нет, — говорила она, — не хочу.

— Но захочешь?

Ирра задумывалась опять. Потом потягивалась и обнимала его одним длинным, плавным, тягучим движением, от которого голова начинала кружиться незамедлительно.

— Думаю, не захочу. Ты красивый. И в тебе много жизни. Мне нравится смотреть, как она расплескивается. Даже когда ты злишься.

Спорить с ней было совершенно невозможно.

— Выходи за меня, — говорил он.

— Как я за тебя выйду? Ты же алчере!

В конце концов ему пришлось подловить Профа.

— Что такое алчере? — спросил Джек.

— «Не прошедший Посвящение», «несовершеннолетний», «не имеющий полного гражданства», «наивный»... еще «счастливый в неведении», если я не ошибаюсь... Картер, какого черта вы ко мне пристааете с такими вопросами, у вас что, комма нет? Поиском по словарю пользоваться не умеете?

— Да мне поговорить с живым человеком хочется, черт побери! — взорвался Джек.

Проф что-то неразборчиво пробурчал и подергал себя за воротник.

— Понятно, — процедил он. — У вас кризис отношений, и вам нужен конфидент. Ладно, юноша, валяйте. Припадайте к мудрости. Только кофе мне принесите. Вон тот автомат делает исключительно удачный кофе, уж не знаю, кто им его настраивал...

Джек принес два стеклопластовых стаканчика с дымящейся жидкостью, сунул один старому хрычу и сел рядом:

— Что такое Посвящение?

— Обряд инициации. — Проф с хлюпаньем отхлебнул, замурился и пошевелил ноздрями.

— Обряд чего?

Проф недовольно заворчал:

— Вот дикарь же на мою голову! Обряд испытания. Ичерерр до сих пор сохраняет очень архаичную структуру общества. Вы

проходите испытание и только после этого получаете статус полноправного члена общества и обретаете соответствующие права и обязанности. Возможность владеть имуществом, избираться и быть избранным в органы управления, вступать в брак, занимать посты, требующие уровня ответственности выше двенадцати пунктов, ну и так далее.

Двенадцати пунктов?.. Лаборатории на астероидах (куда Картера не пускали дальше дока) требовали не меньше семидесяти.

— То есть... вы его проходили?

Проф кивнул.

— И... что?

Взгляд у Профа сделался мечтательным.

— Одно из самых ярких впечатлений в моей жизни. — Он отхлебнул кофе. — Не самое яркое... но одно из самых ярких, да...

— А самое яркое какое? — осторожно спросил Джек. Ну, просто, чтоб знать, на что ориентироваться.

В глазах у Профа появился маниакальный блеск.

— Конечно, когда Кобаяши опубликовал свою формулу! Пятьдесят лет споров! Лучшие умы галактики бьются над вопросами! И вот появляется этот чертов гений, вводит три новых измерения и показывает, как можно свести воедино семь противоречащих теорий! Это была революция в теории квантового сознания, абсолютная революция!

Он разорвался еще минут двадцать, прежде чем понял, что Джек его не слушает.

— Я хочу пройти Посвящение, — сказал Джек Ирре.

Она замерла:

— Зачем?

— Я тебя люблю. Я хочу быть с тобой.

Ирра села рядом с ним, подогнув под себя ногу, и внимательно заглянула ему в лицо:

— Ты и так со мной.

У нее были раскосые, лиловые глаза, и оливковая кожа, и плавные змеиные движения, и длинная гибкая шея, как у Нефертити.

— Мне этого мало, — сказал Джек Картер.

— Почему? — спросила Ирра.

— Я хочу быть с тобой как равный.

Ирра резко встала и отошла к окну. Из окна был виден город, раскинувшийся до горизонта, высокие башни, утопающие в висячих садах, и снующие между ними стрекозы гирокоптеров. Тонкий египетский силуэт на фоне лучей казался почти черным.

— Может быть, тебе лучше этого не делать, Джек Картер, — медленно произнесла Ирра. Она обернулась. — Может быть, тебе лучше найти женщину своего вида, Джек Картер. Ты сможешь быть с ней и остаться таким, как ты есть.

— Ты меня не любишь, — упавшим голосом сказал Джек.

Ирра опять опустила рядом и погладила его по щеке:

— Я хочу, чтобы ты был счастлив. Ты прекрасен, какой ты есть, а Посвящение меняет всех необратимо.

— Но только прошедший Посвящение может стать тебе мужем по вашим законам, — упрямо сказал Джек. — А алчере — нет.

Ирра кивнула:

— Это так.

— Тогда я хочу его пройти.

Ирра покачала головой:

— Ты не знаешь, о чем говоришь. После Посвящения... пересматриваешь взгляд на вещи. На себя. На мир. На все. — Она грустно улыбнулась. — Возможно, ты даже не захочешь быть со мной.

Чушь какая, подумал Картер, не может быть таких вещей.

— Но ты сама его проходила!

Ирра кивнула.

— И что?

У Ирры сделался такой вид, будто она смотрит куда-то сквозь него или прислушивается к чему-то неслышимому, и ему страшно захотелось схватить ее в охапку и целовать до тех пор, пока у нее не пропадет это нездешнее выражение. Ирра перехватила его взгляд, мягко улыбнулась и, как бы извиняясь, пожала плечами:

— Посвящение — то, что сделало меня мной.

— Тогда я хочу это знать, — сказал Джек Картер.

Приготовлений к Посвящению оказалось до смешного мало. Он предупредил Профа. («Ладно-ладно, юноша, месяц я как-нибудь без вас продержусь. Терпеть не могу эту дрянь с микросенсорным управлением, но черт с ней. Вот, помнится, на Денебе-Пять...»)

Еще ему пришлось заполнить анкету, пройти медицинское освидетельствование и подписать заявление о том, что он действительно понимает, на что идет. Он, конечно, не понимал, но останавливаться не собирался.

Формы одежды никакой не требовалось, но он все-таки нацепил мундир, который не доставал со дня выпуска, — ему показалось, что это подходящий вариант.

Еще он попросил Ирру надеть белое платье. На удачу.

Ему казалось, что Посвящение должно происходить в храме или пещере. Или в лабиринте на худой конец, но это оказался совершенно обычный купол обсерватории. Ну, может быть, немного на отшибе.

Они шли туда пешком, по узким улочкам, утопавшим в зелени, прохождение провозжали их взглядами. Завидуйте мне, думал Джек Картер, завидуйте!

Когда он шел под руку с Иррой, он сам себе завидовал.

— Запомни, пожалуйста, — сказала Ирра у самого порога здания. — Что бы ты ни выбрал после Посвящения, я тебя пойму.

— Могла бы и сказать, что там такое интересное, — попытался отшутиться он. — Яма с голодными крокодилами? Бой на священных лопатах? Триста тридцать три гурии, которые попытаются зачекотать меня до смерти?

— Алчере. Альэрре, — отвечала Ирра в перерывах между поцелуями. — Эрре иалла аче-орра, Джек Картер. Чеа-иррау.

«Очень глупый. Очень храбрый. И я буду очень-очень тебя ждать, Джек Картер. Кем бы ты ни вернулся».

Ирра отстранилась:

— Тебе пора.

Джек обнаружил, что она плачет и даже не пытается стряхнуть слезы, которые катятся из лиловых глаз. Джек до этого ни разу не видел Ирру плачущей. Он как-то растерялся.

— Ну, это... я быстро, — пробормотал он.

Служитель, похожий на богомола, увел его за собой.

Джек ждал каких-то инструкций, но их не последовало.

— Что нужно делать-то? — попытался добиться у служителя Джек.

— Ничего, — сказал тот.

Он подвел его к высоким распахнутым дверям:

— Вам туда.

Джек вошел и услышал, как двери захлопнулись за его спиной. Зал был круглый, просторный и пустой, с потолком-куполом. Ни мебели, ничего не было — только узор, выложенный на полу. Джек встал в самый центр узора и задрал голову. Свет медленно начал гаснуть. Джек напрягся, на тот случай, если из темноты кто-нибудь выскочит, но ничего не происходило.

Купол погас. На нем начали загораться созвездия — такие, какими они выглядят с Ичерерра. Рисунок совпадал с картой созвездий на это время года. Возможно, их просто проецировали. Прекрасно, с досадой подумал Джек, меня загнали в планетарий. У него мелькнула смутная надежда, что, может, этим все и ограничится. Стоять и разглядывать сто раз виденное ему вскоре надоело. Не пойти ли пройтись, подумал он. И вдруг увидел — как бы со стороны — Джека Картера, который лениво делает шаг направо, и Джека Картера, который делает шаг налево, и Джека Картера, который остается на месте. Он вскинул голову — звезды начали тротиться. И тут понеслось по нарастающей: от малейшего движения Джеки Картеры распались на множество новых, каждый, самый малейший и незначительный выбор порождал множество новых. И вот уже весь огромный зал заполнился призраками, целой толпой Джеков Картеров, ошарашенно озирающихся и пытающихся понять, что происходит, — и в то же время каждый Джек Картер был один в своем круглом зале, а он сам, тот, с которого все началось, смотрел на них как бы со стороны и сверху.

Он вдруг понял, что так происходило всю его жизнь, на самом деле. Он тут же спохватился, что ему не надо бы об этом думать, но было уже поздно. Все бесчисленные мириады судеб Джека Картера, с самого рождения, заплясали у него перед глазами — Джек Картер, умерший в младенчестве; Джек Картер, сломавший ногу, провалявшийся полгода в госпитале и увлекшийся индуизмом (что?); Джек Картер, сбитый машиной; Джек Картер — игрок в бильярд; Джек Картер — миллиардер; Джек Картер спившийся; Джек Картер, героически погибший; Джек Картер — авантюрист; Джек Картер, никогда не добравшийся до Ичерерра... У судьбы одного-единственного Джека Картера были бесчисленные варианты, и каждое его действие порождало новый мир, не пересекающийся со всеми остальными, они вскипали и лопались, как мыльная пена, такие же зыбкие, переливающиеся и призрачные, а он был всего лишь одним из этих бесчисленных вариантов, ничтожно мелким по сравнению с неизмеримой, огромной, бурлящей и равнодушной вселенной. Джек Картер — пилот, Джек Картер — адмирал, Джек Картер — предатель, Джек Картер — инвалид, Джек Картер — наркоман, Джек Картер — ученый, Джек, Джек, Джек, Джек!

Он попытался закрыть глаза и зажать уши, но это не помогло.

Картины пронеслись у него в мозгу вспышками и гасли. Страсть, ярость, любовь, ненависть. Ужас, сопереживание, тоска, гнев. Радость, вера, отчаяние, надежда.

— Хватит! — закричал он. — Пожалуйста, хватит!

«Хватит!» — подхватил призрачный хор.

Тысячи, тысячи, тысячи Джеков, добравшихся до Ичерерра, пошедших на Посвящение, ругались, плакали, проклинали, грозили кулаком потолку и корчились на полу, и он уже не мог понять, который именно он из них. Не было единственно правильного мира, и не было единственного правильного выбора, и даже его самого, единственно настоящего, тоже не было. Это было так обидно и так неправильно, что он заплакал — вместе с тысячами, тысячами, тысячами Джеков, каждый — совершенно один в темноте наедине со своим горем.

Медленно, медленно, медленно хор отдалился и затих.

Потом Джек Картер поднялся и утер нос кулаком.

— Вот сопляк, — сказал он вслух. — Расклеился.

Этого с ним давненько не случалось, во всяком случае, последний раз был, когда они перебрали контрабандного саурианского бренди (нельзя же было не попробовать!), а оно, ко всему прочему, оказалось еще и фальшивым. Доктор на станции потом страшно ругался. Отсюда выво-



## ФАНТАСТИКА

ды — имея дело с инопланетными штучками, жди вывертов от организма.

— Ты сюда зачем пришел? Ради Ирры ты сюда пришел. Ну вот и давай веди себя как следует.

Он встал поустойчивей, заложил пальцы за пояс и заорал в потолок:

— Плевал я на ваши галактические сложности! Давайте выпускайте меня отсюда!

Какое-то время ничего не происходило. На всякий случай он перепроверил созвездия — созвездия все были знакомые и находились на местах, как положено. Это его слегка успокоило — он все-таки не был уверен, в нужном ли из миров очнулся.

Потом созвездия погасли, в зале медленно зажегся свет, распахнулись двери, и Джек вышел наружу.

У самого порога стояла Ирра. Платье на ней было лиловое. Когда он появился, она вся потянулась к нему, но не сдвинулась с места — будто тетива натянула лук.

— Как ты?

— Я... я нормально. — Он повернулся к служителю — Что то еще надо? Или это все?

— Можете идти, — сказал служитель. — Данные о вас уже в системе. Вы теперь полноправный гражданин Ичерерра. Поздравляю.

Джек потер лоб:

— А сколько времени прошло?

— Четверть часа, — сказал служитель.

У Джека премерзко засосало под ложечкой, но он еще попытался:

— А зачем ты переоделась? Ты же была в белом.

Ирра подняла брови — невыносимо знакомым жестом:

— Ты сам просил, чтобы я надела это платье. На удачу.

Никаких других вариантов не оставалось.

— Ты не Ирра, — с горечью сказал Джек. — Не та Ирра, которая меня провожала.

Женщина кивнула:

— И ты не тот Джек Картер, которого проводила я.

Джек резко повернулся к служителю:

— Произошла ошибка! Верните все обратно! Как было!

Служитель покачал головой:

— Это невозможно.

— Что значит — невозможно?!

Служитель универсальным местным жестом поднял брови.

— Джек Картер, разве вы не поняли? — мягко спросил он. — Вы проходите Посвящение и живете в том мире, в котором оказались, тем собой, которым оказались. В этом и есть смысл Посвящения.

Вместе со знакомой незнакомой женщиной он вернулся в знакомый незнакомый дом. Эта Ирра тоже была очень красивая, и он понимал, почему ее Джек Картер попросил ее именно так одеться — это было то самое платье, в котором она была, когда они (кто они? какая-то Ирра и какой-то Джек Картер?) встретились.

— И что, вот вы все так и живете? Тебе исполняется... сколько-то там, тыходишь в комнату, включается рулетка и тебя наугад отправляет в параллельный мир? Насовсем?!

— Это и так происходит постоянно. Посвящение лишь дает возможность это осознать.

Каждый сделанный или несделанный выбор расщепляет мир на параллельные вселенные. Охватывающие весь возможный спектр вероятностей. Он вспомнил мириады прозрачных Джеков, и его немедленно укачало.

— Мне надо выпить, — сказал Джек.

Он полез в бар (бар был тот же самый), нашел бутылку (бутылка была та же самая), взял стакан (стаканы были те же самые), плеснул себе на два пальца. Вкус у жидкости был как у воды. Черт.

— Зачем это все? — наконец спросил он.

Женщина села рядом, подвернув под себя ногу. Она была настолько похожа на его Ирру, что он чуть не взвыл.

— Это учит смотреть. Учит слушать. Учит ничего не принимать как данность. Учит ценить то, что есть. — Она сложила руки на коленях. — С каждой секундой ты меняешься. Каждый своим выбором ты творишь миры для себя и других, Джек Картер. Но это не нужно вселенной. Это нужно только тебе. Чего ты хочешь на самом деле?

— Чего я точно не хочу — так это оказаться в чужом мире вместо своего собственного, — отрезал Джек.

«Не понять, с кем вместо его Ирры, к тому же».

Несказанные слова повисли в воздухе. Джек налил себе еще.

— Я понимаю, — спокойно сказала зеленая женщина. — Скажи, ты заметил бы разницу, если бы не платье?

Джек мрачно посмотрел на нее. На ее египетские плечи, на ее оливковую кожу, на ее лиловые глаза без белка, на гибкий змеиный силуэт, на длиннопалые кисти, обнимающие колено.

Ему очень хотелось соврать, но он точно знал, что она поймет.

— Нет, — неохотно сказал он.

Бутылка стремительно заканчивалась. Толку от нее, правда, все равно никакого не было.

«Я буду ждать тебя, Джек Картер, кем бы ты ни вернулся», — вот что сказала ему на прощание Ирра. Уже зная, что он не вернется. Что вернется — не он.

Он остро ощутил, как отслаиваются друг от друга мгновения, разделяя Джека Картера, который старательно выкидывает все из головы и остается, Джека Картера, который проклинает все и уходит. Джека Картера, который тянет время. С точки зрения вселенной все они были равны между собой. Никто из них не был лучше или хуже. Все это были просто реализованные вероятности. Он не мог перестать быть одной из них. Только выбрать, какой именно.

Он вдруг понял, что уже какое-то время стоит, прислушиваясь к невидимому хору, и невесело рассмеялся.

«Может быть, тебе лучше найти женщину своего вида, Джек Картер».

«Одно из самых ярких впечатлений в моей жизни».

«Посвящение — то, что сделало меня мной».

Какой же он был... алчере.

Он не знал женщину, которая встретила его после Посвящения. Но женщину, которая его проводила, он не знал тоже.

Он залпом допил свой стакан и развернулся к сидящей.

— А ты сама чего хочешь? — спросил он.

Проводить одного, а встретить на выходе черт знает кого тоже, наверно, невесело.

— Я знаю, что смогу быть очень счастливой с любым тобой, Джек Картер, — ответила женщина. — И знаю, что смогу быть очень счастливой без тебя. — Она помолчала, будто прислушиваясь к чему-то. — Сначала мне будет плохо. Потом это пройдет. — Зеленая женщина подняла на него лиловые глаза. — Так что решать не мне.

— Я не могу делать вид, будто ты — это она, — сказал он.

— Не делай, — кивнула женщина.

Он подошел и сел рядом.

— Ладно, — сказал он. — Давай начнем с начала. Джек Картер. — Он протянул ей руку.

— Ирра Арроче, — сказала она, пожимая его ладонь.

— Будем знакомы, — сказал Джек Картер. — Может, что из этого и выйдет.

Джек ткнул в пункт меню (меню было знакомое). В прозрачный стаканчик из автомата полилась темная жидкость. По коридору потянулся запах (запах был знакомый).

— С ума сойти, Картер, как вы это пьете! — раздался сварливый голос. — Кофе в этом автомате гадость редкостная, и кто им только его настраивал...

Голос был знакомый.

— А вот другому профессору нравилось, — сказал Джек.

— А! — Проф сориентировался моментально. — Вы прошли Посвящение!

Джек кивнул. Проф пошевелил ноздрями и начал тыкать костлявым пальцем в меню.

— Хмм... нет, все равно гадость. Картер, я надеюсь, в том вашем измерении вы выучились летать, а не... редиску разводить. Две недели вам хватит на акклиматизацию? А то мне уже надоело вручную лавировать между тринадцатым и семьдесят четвертым спутником на вашей таратайке!

— Там же ментальное управление! — возмутился Картер.

— Ваше ментальное управление перегорело на третий день вашего, прошу прощения, отпуска, юноша! Для чего мне, по-вашему, пилот нужен? Меня стандартные блоки не выдерживают! Ах, черт. — Он вдруг нахмурился. — Вас, возможно, тоже теперь выдерживать не будут. Надо будет проверить.

«Действительно, черт», — расстроился Джек. То, что он еще и летать не сможет, — это было вообще несправедливо.

— Не расстраивайтесь, Картер. Возьмете местную модель, она как раз сделана под такие перегрузки. Все взрослые ичерранцы на таких летают.

— Они же хомо-несовместимые!

— И теперь вы знаете почему.

Н-да. Однако неожиданности только начинались.

— Спасибо, профессор Аврелий, — искренне сказал Джек.

— Амброзий.

— Извините.

Проф махнул рукой:

— Не важно, сам иногда путаюсь.

— Н-да. — Джек почесал в затылке. — Как-то много всего.

Проф прищурился:

— Вам посочувствовать, юноша? Похлопать по плечу? Сказать... мнэ... банальность? Я очень хорошо умею говорить банальности. «Слушай сердце», «мой руки перед полостной операцией», «не суйся в пасть к космическим барсукам с Тау-Кита» — вот это все. Хотите?

Определенно какие-то вещи не менялись. Джек слабо улыбнулся:

— Нет, спасибо.

— Не стесняйтесь спрашивать, если что, — вдруг серьезно сказал Проф. — Посвящение — это очень мощное переживание. Для многих — самое мощное в жизни.

— Угу, — кивнул Джек. — Но это ненадолго. — Он смял стеклопластовый стаканчик в руке и бросил в мусорку.

Проф хмыкнул:

— Бодрое начало. И что это вы себе такого запланировали, если не секрет?

— Самое-самое мое переживание, — ухмыльнулся Джек, — будет, когда я женюсь на Ирре Арроче!





**Александра Горовиц**

Смотреть и видеть.  
Путеводитель  
по искусству восприятия  
М.: Corpus. 2017  
Перевод с английского:  
Софья Долотовская



**Ш**ерлок Холмс упрекал своего спутника: «Вы не знали, на что обращать внимание, и упустили все существенное». Чтобы мы не повторяли ошибок доктора Ватсона, американский ученый-когнитивист предлагает по-новому взглянуть на знакомые улицы — глазами людей разного возраста, различного состояния здоровья и рода занятий, а также глазами животных. Александра Горовиц рассказывает не только о механизмах восприятия. Ее книга — средство от чрезмерного увлеченности виртуальной реальностью. Отложите смартфон: вы услышите, учуете и увидите много нового

**Майкл Газзанига**

Кто за главного? Свобода воли  
с точки зрения нейробиологии  
М.: Corpus. 2017  
Перевод с английского  
под редакцией Алёны Якименко



**Ч**еловек — биологическая машина, которая неизбежно подчиняется физическим законам природы. Почему же нам кажется, что мы сами управляем собой и свободно принимаем решения? В левом полушарии головного мозга есть специальный модуль, так называемый интерпретатор, который создает иллюзию нашего собственного «я». Мы пешки в шахматной игре мозга. Несет ли в таком случае каждый человек личную ответственность за свои поступки?

**Саймон Сингх, Эдзарт Эрнст**

Ни кошелька, ни жизни.  
Нетрадиционная медицина  
под следствием  
М.: Corpus. 2016  
Перевод с английского:  
Анастасия Бродоцкая



**П**омогают ли иглоукальвание, гомеопатия, хиропрактика и траволечение справляться с болезнями? Кто прав: критики, считающие эти методы шаманством и мошенничеством, или матери, доверяющие им здоровье своих детей? Книга известного британского популяризатора науки Саймона Сингха и профессора Эксетерского университета Эдзарда Эрнста посвящена нетрадиционной медицине. Опираясь на результаты многочисленных научных исследований, авторы разбираются, какие из ее методов эффективны, а какие нет, к каким прибегать безопасно, а к каким — рискованно. Издано при поддержке фонда «Эволюция».



КНИГИ

**Теодор Грэй**  
Молекулы.  
Строительный  
материал природы  
М.: Corpus. 2016  
Перевод  
с английского:  
Генрих Эрлих



**А**мериканский популяризатор науки, продолжая рассказ о «строительных блоках» природы, начатый в книге «Элементы: Путеводитель по периодической таблице», повествует об атомах, молекулах и их многообразных связях. Попутно вы узнаете, какая молекула похожа на ботинок, а какая — на компьютер; за что парфюмеры любят бобров и кашалотов; чем опасны мармеладные мишки и лакрица; что общего у локонов красавиц и носорожьего рога, а также у пороха и лака для ногтей; как распознать инопланетянина; почему деньги пахнут, как горит сталь и из чего делают школьные мелки; почему одеяло из гагачьего пуха стоит целое состояние, а надпись «Никакой химии!» на этикетках не имеет никакого смысла. Издано при поддержке «Книжных проектов Дмитрия Зимина»

**Аманда Гефтер**

На лужайке Эйнштейна.  
Что такое НИЧТО,  
и где начинается ВСЁ  
М.: Corpus. 2016  
Перевод с английского:  
Андрей Ростовцев



**В**селенная выглядит так, словно ее объем конечен, и время ее существования также конечно. Значит, вопрос о ее возникновении не лишен смысла: может быть, ей предшествовало ничто? Ни пространства, ни времени, ни материи, ни существования? Можно ли себе представить ничто? Такой вопрос задал Аманде Гефтер ее отец Уолтер Гефтер, когда ей было всего пятнадцать лет. Этот вопрос определил всю ее дальнейшую судьбу. Принято считать, что современная физика делается так далеко за пределами обычного опыта, что только строгость и мощь математического аппарата может обеспечить физику теоретику подобие путеводной нити в его исследованиях, а философия может ему только помешать. Аманда Гефтер блестяще опровергает оба тезиса: журналистская непосредственность и философская пронительность помогают ей научиться видеть смысл формул, и благодаря этому она добивается признания лучших физиков планеты.

Подробности на сайте издательства  
<http://www.corpus.ru/>



Jonathan Rosen

## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Думай о тигре

Как по-вашему, сколько тигров сейчас живет на Земле? Сотни или десятки тысяч? На самом деле примерно 3200, не считая содержащихся в зоопарках. Природоохранный статус *Panthera tigris* — «вид, подверженный угрозе вымирания». Бывает хуже — например, дальневосточных леопардов осталось меньше ста, и все равно... Скажем прямо, мало кого беспокоит исчезновение какого-нибудь мелкого насекомого с непроизносимым латинским названием, но как же мы, земляне, будем без тигров? Надо что-то делать.

Сказать: «Давайте охранять тигров!» легко, но 13 стран их обитания, как и все другие страны, стремятся к росту ВВП и продовольственной безопасности, а с охраной природы это сочетается плохо. Да еще и браконьеры... Руководство этих стран заявляет, что в деле спасения тигров нужны инновации.

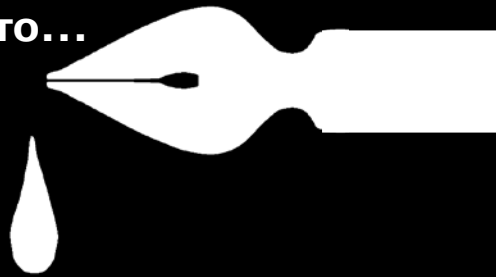
Ученые предложили нетривиальный подход — использовать краудсорсинг. Обычный краудсорсинг — это когда кто-то призывает вместе поработать над задачей, чтобы сумма небольших усилий дала ощутимый результат, или оценить предложенные варианты и выбрать лучший. Частный случай краудсорсинга — краудфандинг, сбор денег по копейке. Группа британских исследователей создала проект «Think for Tiger» (PLoS Biology 2017, 15(3): e2001001. doi:10.1371/journal.pbio.2001001) — название можно перевести как «думай о тигре» или «думай для тигра». Они решили проверить, может ли краудсорсинг собрать идеи, способные поднять охрану исчезающего вида на новый научный уровень, если предложить участникам задачу: «Как наилучшим образом находить, отслеживать и наблюдать тигров в дикой природе?» Важные этапы проекта — четкая формулировка вопросов, на которые должны ответить желающие, поиск и привлечение дееспособной аудитории, создание в Интернете платформы для проекта, механизмы оценки и отбора идей. Авторы цитируют нобелевского лауреата Лайнуса Полинга: «Чтобы найти хорошую идею, надо получить их множество, а потом выбросить негодные».

Идей, в той или иной степени годных, возникло немало: использовать дроны для наблюдения с воздуха, камеры старых мобильных телефонов — для дешевого видеонаблюдения, привлечь собак-ищеек, пометить тигров флуоресцентными бактериями, чтобы облегчить поиск следов. А победитель предложил сосредоточиться на записи акустических сигналов тигров — метод, хорошо показавший себя с другими исчезающими видами.

Может, это и есть оптимальная форма интеллектуальной деятельности будущего? Уже сегодня тысячи людей отодвигают в сторону свою скучную работу за зарплату и усердно роются в источниках, оттачивают формулировки, чтобы дать знакомому в соцсети (или даже незнакомому) наилучший совет по вопросу из области юриспруденции, психологии, педагогики, политики, этики, а бывает, что и науки.

Е. Котина

# Пишут, что...



...международная коллаборация биологов создала дрожжи с искусственными хромосомами — первый эукариотический организм с синтетическим геномом («Science», 2017, 355, 6329, 1040—1044, doi: 10.1126/science.aaf4557, и другие материалы этого номера)...

...предложена методика, которая позволяет определить места падения фрагментов отработанных ступеней ракет-носителей по инфразвуковым сигналам, генерируемых ими во время движения («Известия РАН. Физика атмосферы и океана», 2016, 52, 6, 707—715)...

...на сайте журнала «Nature» опубликована интерактивная инфографика, представляющая потоки беженцев между странами в 2015 году («Nature», 2017, 543, 7643, 22—23, doi:10.1038/543022a)...

...попытки редактировать геномы нормальных человеческих эмбрионов с помощью CRISPR-технологии оказались более успешными, чем в случае заведомо нежизнеспособных эмбрионов, хотя до идеала пока далеко («Molecular Genetics and Genomics», 2017, doi: 10.1007/s00438-017-1299-z)...

...жители коммуны Камаронес в чилийской пустыне Атакама без вредных последствий для здоровья пьют воду с содержанием мышьяка более 1 мг/л благодаря специфическим вариантам гена AS3MT, продукт которого отвечает за метаболизм As («American Journal of Physical Anthropology», 2017, doi: 10.1002/ajpa.23193)...

...и правши, и левши запоминают последовательности движений ведущей рукой преимущественно с использованием векторного кодирования, то есть кодирования изменений ее положения, а неведущей — позиционного («Физиология человека», 2017, 43, 1, 18-27)...

... у totally облученных мышей в ответ на феромоны, выделяемые с мочой необлученными сородичами, иммунный ответ повышается до нормального уровня независимо от времени феромонного сигнала относительно введения антигена («Радиационная биология. Радиоэкология», 2016, 56, 6, 583—589)...

...пленки целлюлозы, синтезируемые бактерией *Gluconacetobacter hansenii* GH-1/2008, с адсорбируемыми антибиотиками амоксиклавом и флуконазолом могут быть использованы как противобактериальный и противогрибковый ранозаживляющий

материал («Прикладная биохимия и микробиология», 2017, 53, 1, 69—75)...

...исследуя активность мозга людей, читающих статью, прежде всего участков, связанных с социальными взаимодействиями и с оценкой собственного образа в сознании других, можно предсказать, сможет ли эта статья широко распространиться в социальных сетях («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2017, 114, 11, 2881—2886, doi: 10.1073/pnas.1615259114)...

...в Японии владельцы кошек меньше склонны считать своих питомцев членами семьи, а также рассуждать об их чувствах и интеллекте, чем собачники («Behavioural Processes», 2017, doi: 10.1016/j.beproc.2017.02.007)...

...предложен алгоритм, позволяющий оценить гидрологическую роль антропогенных факторов на формирование стока Москвы-реки; они несут ответственность за 77% увеличения стока реки, за оставшиеся 23% — климатические изменения («Водные ресурсы», 2017, 44, № 1, 3—14)...

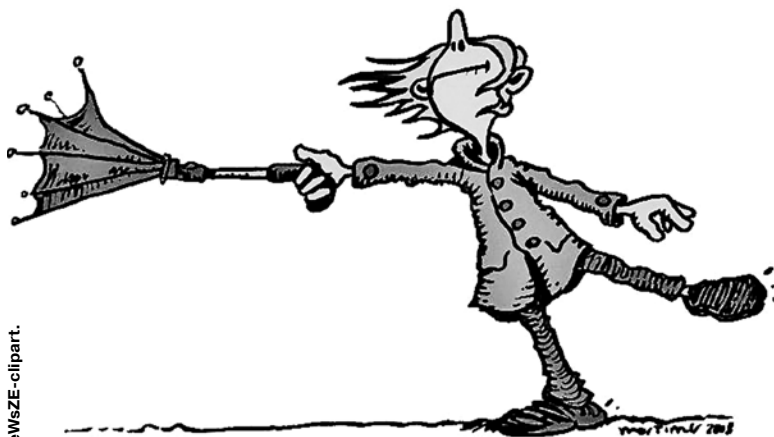
...вопреки распространенной точке зрения, флуктуирующую асимметрию листьев растений не так просто использовать для оценки экологического состояния местности — в каждом случае необходимы детальные исследования («Экология», 2017, 1, 3—12)...

...наблюдения за передвижением самки белого медведя в ошейнике со спутниковым передатчиком по полуострову Таймыр вместе с данными спутниковых наблюдений за таянием льда показали, что медведица движется в том же направлении, в каком вскрывается лед («Доклады Академии наук», 2017, 472, 3, 359—363)...

...озерные лягушки *Pelophylax ridibundus*, мигрируя из зимовочного водоема в нерестовый, могут ориентироваться по магнитному полю Земли («Journal of Comparative Physiology A», 2017, 203, 1, 35—43, doi: 10.1007/s00359-016-1132-x)...

...азиатский барсук *Meles leucurus* обитает в Западной Сибири по меньшей мере со второй половины среднего голоцена («Зоологический журнал», 2017, 96, 1, 90—98)...

...как показало длительное исследование, студенты, употребляющие алкоголь и марихуану в больших количествах, имеют более низкий средний балл, а снижение употребления улучшает оценку (PLoS ONE, 2017, 12(3): e0172213, doi: 10.1371/journal.pone.0172213)...



FeWiZE-clipart.

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

## Реки, несущие воду и ветер

Атмосферные реки — особые течения в океане атмосферы, могучие потоки воздуха, богатого влагой, — известны метеорологам сравнительно давно, впервые этот термин появился в 1994 году. Их появление над сушей сопровождается обильными дождями или снегопадами, происходит это, как правило, в средних широтах — в Северной Америке и Северной Европе. Двое исследователей из Калифорнийского технологического института и Калифорнийского университета установили, что атмосферные реки не только несут с собой обильные осадки, но и усиливают ветер («Nature Geoscience», 2017, 10, 179—183, doi: 10.1038/ngeo2894).

Ученые применили глобальный алгоритм обнаружения атмосферных рек и получили следующий результат: на побережьях средних широт именно они несут ответственность за половину бурь из двух процентов сильнейших с 1997 по 2014 год. Кроме того, атмосферные реки — причина 40—70% всех бурь с дождем на 40% береговой линии по всему земному шару. Скорость ветра в таких бурях бывает примерно вдвое выше средней. В Калифорнии этой зимой случилось несколько таких событий. Большое количество осадков было даже полезным после длительной засухи, но бури и наводнения причинили серьезный ущерб. Особенно прославилась буря, сломавшая знаменитую гигантскую секвойю в Йосемитском национальном парке, ту самую, в основании которой был прорублен туннель. На анимированной визуализации атмосферных рек, которая показывает перемещение воздушных масс с различной влажностью, отчетливо видно, как мокрые языки тихоокеанской атмосферы лижут западное побережье Америки.

Кстати, именно этот феномен мог стать причиной массового вымирания устриц в северной части залива Сан-Франциско: в 2011 году обильные осадки из трех атмосферных рек заперзли воду в заливе, и моллюски этого не вынесли («Proceedings of the Royal Society B», 2016, 283, 1844, 20161462, doi: 10.1098/rspb.2016.1462).

Авторы работы отмечают, что визиты атмосферных рек на континенты дорого обходятся человечеству. Только с 1997 по 2013 год 14 из 19 бурь в Европе были вызваны ими. Исследователи также полагают, что глобальное потепление, повышая содержание водяных паров в атмосфере, делает эти реки полноводнее — со всеми вытекающими последствиями.

Е. Сизикова



# Психимическая цивилизация

*Освобождением мы обязаны химии. Ибо все, что существует, является изменением концентрации ионов водорода на поверхности клеток мозга. Глядя на меня, вы испытываете, в сущности, изменение кислотно-щелочного равновесия на мембранах нейронов. А потому достаточно туда, в гущу мозгов, выслать несколько соответствующих молекул, чтобы человек наяву пережил исполнение своих желаний.*

Станислав Лем. Футурологический конгресс

**А.В. КРАСИЛЬНИКОВУ**, Москва: *Ликвидировать разрыв в столбике спиртового термометра можно или осторожным нагреванием, или сильным охлаждением, например, в холодильнике или в сухом льду; когда жидкость достигнет расширения выше или ниже шкалы, разрыв схлопнется.*

**Р.И. РОТЕНБЕРГ**, Волгоград: *Санталидол — синтетическое душистое вещество, но производится из камфена и гваякола, смесь изомерных терпенилциклогексанолов; благодаря небольшой летучести используется также как фиксатор запаха.*

**М.Н. ИВАНОВОЙ**, Брянск: *Подсластитель изомальтит (изомальт, палатинит, E953) синтезируют из сахарозы, он же встречается в природе в сахарном тростнике, сахарной свекле и меде; о его вредности нам ничего не известно, скорее он считается полезным.*

**С.К. ЗУЕВУ**, Мытищи: *Утверждение о том, что «в природе не встречается близкородственное скрещивание», слишком смелое; для некоторых видов насекомых, например муравьев *Paratrechina longicornis* или жуков *Xylosandrus compactus*, скрещивание братьев с сестрами вполне типично.*

**Л.В. ОДИНЦОВУ**, Иркутск: *Чтобы приготовить пасту для смазывания потертых мест на кожаной одежде, расплавьте в эмалированной посуде 9 г пчелиного воска (как самому сделать аптечные весы, читайте в этом же номере), добавьте при перемешивании 16 мл скипидара и 1,5 г карбоната калия, повышающего устойчивость эмульсии, нагрейте до 60—70°С, непрерывно мешая, влейте 40 мл воды; храните в закрытой посуде.*

**В.Б.**, Санкт-Петербург: *Мы обязательно будем освещать серьезные научные темы, такие как бозон Хиггса и происхождение жизни на Земле, но рубрика фантастики, любимая многими читателями, в журнале тоже останется.*

**И.Р.**, электронная почта: *Поискать гены, отвечающие заясновидению, — интересная идея, но сначала надо найти людей с доказанными способностями к ясновидению.*

**ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ:** *На сайте журнала снова можно подписаться и купить старые номера, обновленный киоск работает в обычном режиме.*

Станислав Лем (1921—2006) не получал специального химического образования, но как студент медицинского факультета совсем уж без знаний в этой области не остался. К тому же он постоянно интересовался научными достижениями в самых разных отраслях и, перечисляя свои интересы и познания, среди прочего упоминал: «Довольно хорошо ориентируюсь в естественной эволюции, много знаю о генетическом коде, органической и неорганической химии, а также о биохимии».

Одной из тем, которая его очень занимала, было то, что нынче называют виртуальной реальностью. Лем писал о ней еще в середине 1960-х годов в главе «Фантомология» философско-футурологического труда «Сумма технологий». Там польский мыслитель разработал основы фантоматики — науки о том, как можно создать действительность, которая для разумных существ, живущих в ней, ничем не отличалась бы от нормальной действительности, но могла бы подчиняться другим законам. Одним из способов решения этой задачи Лем считал непосредственное подключение к нервным путям и передачу нужных ощущений не через органы чувств, а напрямую в те отделы мозга, где обрабатываются сигналы, поступающие от глаз, ушей, носа и т. д. Это можно делать по-разному, и в повести «Футурологический конгресс» (1971) писатель представил вариант специфического воздействия на человеческий мозг при помощи специальных химических веществ. Собственно, этот метод человеку известен с давних времен — использование мухоморов, гашиша, алкоголя, наркотиков. Однако существующие наркотики вызывают, как правило, непредсказуемые ощущения и галлюцинации, а Лем описал гипотетические вещества, которые должны вызывать определенные картины в мозгу. Только перечень придуманных им снадобий с описанием того, на что они нацелены, занял бы несколько страниц.

В этом своем мемуаре знаменитый космопроходец Ийон Тихий рассказывает о том, как попал в будущее, в 2039-й год, где произошло всеобщее разоружение и наступили «прекрасные времена»: «Был создан новый аэрозоль — криптобеллин — с радикальным военным действием; тот, кто его вдыхал, сам бежал за веревкой и связывал себя как баран. По счастью, во время испытаний оказалось, что у криптобеллина нет противоядия, фильтры тоже не помогали, поэтому связывали себя все без исключения, и никто не был в выигрыше. Во время тактических маневров 2004 года и «красные» и «голубые» одинаково залегли вповалку на поле боя — все связанные, один к одному».

Химия властвует в этом мире. Ее широко применяют во всех областях человеческой деятельности. Например, трава после опрыскивания специальными лактофорами сама превращается в сыр и молоко. Однако наибольшие изменения произошли в психологии. С помощью психимикалиев можно вызвать любые чувства, получить образование или необходимую информацию. Лем с увлечением придумывает множество названий различных лекарств и средств, которые используют в этом мире: «Всё в таблетках, пилюлях, в сиропах, каплях, в порошках, есть даже леденцы для детей. Я был маловером, но на деле убедился в действии этого новшества. Проглотив четыре таблетки алгебрины, я овладел, неизвестно как, высшей математикой без малейшего усилия с моей стороны; знания теперь приобретают с помощью желудка. В столь выгодных условиях я принялся утолять свою жажду познания, но уже два первых тома энциклопедии вызвали у меня мучительное расстройство желудка».

Или, к примеру, специальные снадобья, вызывающие управляемые сны: «Предостережение: ничего не брать у брасоньеров — нелегальных торговцев, которые продают недопущенные к обращению снила. И одновременно призыв не спать стихийно, неорганизованно, так как это приводит к растрачиванию психической энергии. Какая забота об обывателе! Заказал себе снило о столетней войне и проснулся утром весь в синяках».

Но постепенно Тихий узнает, что потребительский рай, чудеса медицины, управление погодой — все это на самом деле всеобщая галлюцинация. Воздух насыщен так называемыми «масконами» — галлюциногенами, которые



ХИМИКИ И ЛИРИКИ

создают виртуальную реальность. Причем эти «масконы» накапливались в атмосфере многие годы, в результате накопилось несколько слоев иллюзий, одни иллюзии накрывались другими. Когда Ийон Тихий получает в руки некий «отрезвин» и пользуется им, ему вдруг открывается совсем другая картина, вовсе не благодная:

«Великолепный зал, устланный коврами, заставленный пальмами, с майоликовыми стенами, с изысканно сверкающими столами, с превосходным оркестром в глубине, который улаждал наш слух, когда наши желудки насыщались жарким, исчез. Мы сидели в бетонном бункере, за голым деревянным столом, с ногами, погруженными в порядком уже изодранную соломенную циновку. Музыка слышалась по-прежнему, но теперь я видел, что она плывет из громкоговорителя, подвешенного на заржавленной проволоке. Хрустальные радужные канделябры уступили место запыленным голым лампочкам; но наиболее чудовищная перемена произошла на столе. Белоснежная скатерть исчезла; серебряное блюдо с дымящейся куропаткой и гренками превратилось в фаянсовую тарелку, на которой лежало неаппетитное, серо-бурое месиво, прилипшее к оловянной вилке, так как и ее старое, благородное серебро улетучилось...»

Ошеломленный Ийон Тихий, встретившись после этого с представителем фармакократии, принявшей управление над планетой, узнает, что сфальсифицировано в этом мире все: на самом деле идет 2098-й год, на Земле живет 69 миллиардов жителей легально и около 26 миллиардов тайных уроженцев, температура падает на четыре градуса в год, и скоро ледники

покроют всю планету. Конечно, властные структуры находят себе оправдание: не сумев справиться с проблемами, они решили дать цивилизации утешение, покой, облегчение, чтобы избежать всеобщей агонии, своеобразный наркоз.

Как тут не вспомнить красную и синюю таблетки из фильма «Матрица» (1999), ключи к реальности из мира снов и к реальности снов мира. Хотя его режиссеры, братья (ныне сестры) Вачовски и были американцами с польскими корнями, при обсуждении их фильма имя Лема даже не упоминается.

К величайшему облегчению Ийона Тихого, все это путешествие в будущее также оказалось галлюцинацией. Во время его пребывания на конгрессе футурологов в одной из латиноамериканских стран там начались массовые беспорядки, которые власти пытались остановить с помощью психотропных средств — бенигнаторов (они же добрины и умилители). По замыслу бенигнаторы должны вызывать у людей беспричинное ликование и благодушие, а их передозировка приводит к непредвиденным видениям.

Кстати, эта повесть вполне могла быть опубликована впервые на русском языке именно в «Химии и жизни»: один из авторов данной статьи в начале 1980-х годов предлагал редакции свой перевод «Футурологического конгресса». К сожалению, время для этого оказалось не очень подходящим: в Польше было введено военное положение, Лем выехал в Австрию, и в нашей стране прибегли к своеобразной «маскировке» действительности — перестали печатать произведения Лема. Безо всякой химии.

**Владимир Борисов, Александр Лукашин**

23–26.10.2017

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»



20-я международная  
выставка химической  
промышленности  
и науки

# ХИМИЯ



**Инновации  
и современные  
материалы**

Организатор: АО «Экспоцентр»

При поддержке:

- Министерства промышленности и торговли РФ
- Российского Союза химиков
- ОАО «НИИТЭХИМ»
- Российского химического общества им. Д.И. Менделеева
- Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
- РХТУ им. Д.И. Менделеева

Под патронатом  
Торгово-промышленной палаты РФ



Реклама 12+



**Хим-Лаб-Аналит**



**Химмаш. Насосы**



**Индустрия пластмасс**



**Зеленая химия**



**Салон защиты  
от коррозии «Коррус»**

[www.chemistry-expo.ru](http://www.chemistry-expo.ru)

