



К

9
2008

С
Н
З
И
Ж
И
В
И
М
И
Х



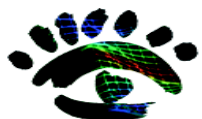


Химия и жизнь
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

9
2008

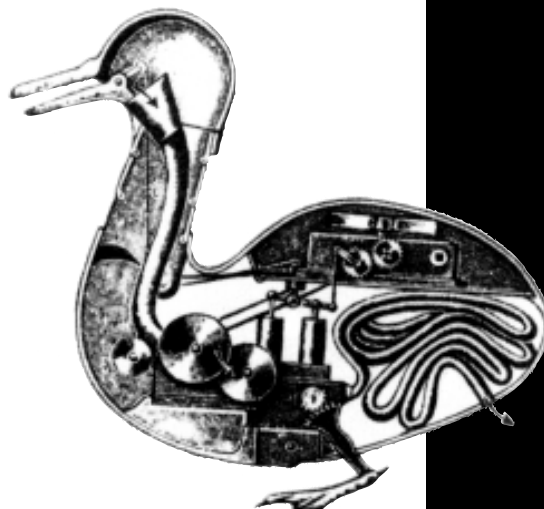
*Представления грифона
о чудовищах могут
несколько отличаться
от людских.*

Диана Уинн Джонс



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Хуана Понса «Тень, свет и мельница».
Как связаны в этом мире предметы, как они
взаимодействуют и во что превращаются,
читайте в статье «Стихи об эволюции».*







Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 г., рег. ЭЛ № 77-8479

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л. Н. Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е. В. Клещенко
Ответственный секретарь
М. Б. Литвинов
Главный художник
А. В. Астрин

Редакторы и обозреватели

Б. А. Альтшулер,
Л. А. Ашкинази,
В. В. Благутина,
Ю. И. Зварич,
С. М. Комаров,
Н. Л. Резник,
О. В. Рындина

Технические рисунки

Р. Г. Бикмухаметова

Агентство ИнформНаука

О. О. Максименко,
О. А. Мызникова,
О. Б. Баклицкая-Каменева
textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 2.9.2008

Адрес редакции:

125047 Москва, Миусская пл., 9, стр. 1

Телефон для справок:

8(499) 978-87-63

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:

<http://www.hij.ru>;

<http://www.informnauka.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



6

Роберт Лангер,
отец тканевой
инженерии.

24

Он объяснил американскому
народу причину гибели
«Челленджера»
с помощью плоскогубцев,
кусочка резины
и стакана со льдом.

Химия и жизнь — XXI век



ИНФОРМНАУКА

НАНОЧАСТИЦЫ ПРОНИКАЮТ В МОЗГ	4
ПЕПТИДЫ ВМЕСТО АНТИБИОТИКА	4
ЗАЩИТНАЯ ПОЛОСА ЛЯГУШЕК	5
ТЕМПЕРАТУРА ЯКУТСКИХ ЗАЙЦЕВ	5

СОБЫТИЕ

С. М. Комаров ТЕХНОЛОГИ XXI ВЕКА	6
--	---

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С. Анофелес КЛЕТКИ-ТЕРРОРИСТКИ ПРОТИВ КЛЕТОК-САПЕРОВ	9
--	---

ДИСКУССИИ

А. В. Подлазов МЫСЛИ ПРО ЕГЭ	10
РАША, КУДА Ж НЕСЕШЬСЯ ТЫ? ДАЙ ОТВЕТ! НЕ ДАЕТ ОТВЕТА	12
В. В. Овчинников ЕЩЕ РАЗ О ПРОЦЕДУРЕ	14

РАССЛЕДОВАНИЕ

А. С. Садовский КАРПОВКА: РАННИЕ ДНИ	20
--	----

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

А. Н. Евсеевичева ШУТКИ СЕРЬЕЗНОГО ЧЕЛОВЕКА	24
---	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

А. Ю. Завражнов, В. П. Зломанов, Д. Н. Турчен ХИМИЧЕСКИЙ КОВЕР-САМОЛЕТ	28
--	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

О. В. Анацкая, А. Е. Виноградов ПОЛИПЛОИДИЯ В СЕРДЦЕ: ЗАЩИТА И СЛАБОСТЬ	34
---	----

ИНФОРМНАУКА

ЦИРРОЗ ПЕЧЕНИ И МИТОХОНДРИИ	37
-----------------------------------	----

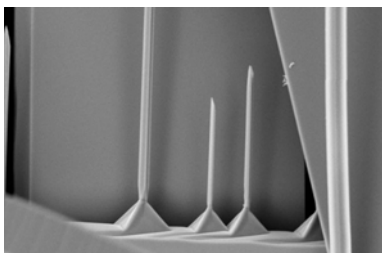
ЭКСПЕРИМЕНТ

О. В. Волошин ДОЛГАЯ ДОРОГА К МАРСУ	38
---	----



20

За этими деревьями скрывается Карловский институт.



28

Проблемы, которые возникнут в космосе, надо решать на Земле.

38

Не узнаёте? Это кристаллы оксида свинца.



ЗДОРОВЬЕ

Н.Л.Резник

ЖИЗНЬ В СЛЕЗАХ 42

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е.Клещенко

РАЗУМ — ПРОДУКТ ОБЩЕНИЯ? 44

ИНФОРМНАУКА

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ СЛУЧАЮТСЯ ЗИМОЙ 48

ЖИДКАЯ РУДА СО ДНА ОКЕАНА 48

НЕТ КЛЕЩА — НЕТ ЭНЦЕФАЛИТА 49

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

В.П.Селезнев

СРАЖЕНИЕ С ДЬЯВОЛОМ НЕВЕСОМОСТИ 50

РАДОСТИ ЖИЗНИ

С.В.Багоцкий

СТИХИ О БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ 55

РАССЛЕДОВАНИЕ

С.О.Комаренко

ХИМИЧЕСКАЯ БОРЬБА 58

ФАНТАСТИКА

Андрей Марченко

ЭТОТ ГОРОД 62

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

Л.Викторова

БАКЛАЖАНЫ 68

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

Е.Котина

ТОВАРИЩИ ПО ОТРЯДУ..... 72

ИНФОРМАЦИЯ 32, 33, 61, 67

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 18

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

ПИШУТ, ЧТО... 70

ПЕРЕПИСКА 72

В номере

4, 48

ИНФОРМНАУКА

О наночастицах против болезни Паркинсона, периодичности землетрясений, о новом способе добычи ценной руды со дна океана и о том, почему у городских лягушек белая полоса на спинках...

10

ДИСКУССИИ

Экзамен, как любой измерительный инструмент, имеет рабочий диапазон. В нем (и только в нем) его показания адекватны реальности. Мы же пытаемся охватить с помощью ЕГЭ два противоположных края диапазона знаний: отсеиваем тех, кто не освоил школьную программу, и отбираем тех, кто достоин учиться в вузах. Стоит ли удивляться результату?

34

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Полиплоидия — это увеличение числа геномов в одной клетке. Больше всего полиплоидных клеток в сердце свиньи, у оленя — гораздо меньше, а клетки человеческих сердец очень разнообразны. И закладывается это разнообразие в детстве.

44

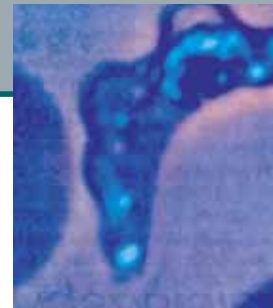
ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Чем вызваны огромные различия в судьбах Homo sapiens и других приматов? Ведь их интеллектуальные способности — почти такие же, как у человеческих детенышей, так что мешает им пойти нашим путем? Врожденное неумение делиться информацией.

50

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Через несколько часов орбитального полета Герман Титов увидел в иллюминатор, как Земля разваливается на куски...



НАНОМЕДИЦИНА

Наночастицы проникают в мозг

Лекарства против болезни Паркинсона ищут специалисты ММА им. И.М.Сеченова, ГУ НИИ фармакологии им. В.В.Закусова РАМН и Института фармацевтических технологий Университета И.В.Гёте (Германия). А в качестве транспорта для доставки лекарства в мозг используют наночастицы. Фактор роста нервов, сорбированный на поверхности наночастиц, проникает в головной мозг и ослабляет симптомы болезни Паркинсона.



Фактор роста нервов (ФРН) необходим для нормального созревания, развития и поддержания жизнедеятельности нейронов центральной и периферической нервной системы. Он защищает нервные клетки и обеспечивает их регенерацию. При болезни Паркинсона концентрация ФРН в крови больных и некоторых структурах мозга снижается. Неудивительно, что медики рассматривают ФРН как перспективное средство лечения нейродегенеративных заболеваний. Однако лекарство надлежит доставить в центральную нервную систему, а сделать это трудно, ведь ФРН не проникает через гематоэнцефалический барьер. Но решение найдено: доставить его туда могут наночастицы.

Наночастицы, изготовленные в Институте молекулярной медицины ММА им. И.М.Сеченова, представляют собой полимерный матрикс, содержащий лекарство, в данном случае – ФРН. Они покрыты полисорбатом-80, который позволяет наночастицам преодолевать гематоэнцефалический ба-

рьер, накапливаться в сосудах головного мозга и долгое время циркулировать там.

Предварительные испытания нового средства московские медики провели на мышах. Животным ввели нейротоксин (1-метил-4-фенил-1,2,3,6-тетрагидропиридин), который вызывает у них те же симптомы, что сопутствуют болезни Паркинсона у человека. Наночастицы с лекарством вводили мышам внутривенно либо за 15 минут до инъекции нейротоксина, либо десять минут спустя. Действие нейротоксина сказывается уже через две-три минуты после инъекции. Мыши начинают дрожать, горбиться, у них меняется пульс, конечности напрягаются и походка становится семенящей и неустойчивой, да и вообще грызуны двигаются мало и утрачивают присущую им исследовательскую активность.

Фактор роста нервов в наночастицах, введенный как до, так и после нейротоксина, значительно облегчает мышинные страдания. Животные двигаются больше и легче, а через сутки двигательные расстройства практически проходят. Действие наночастиц с ФРН сохраняется в течение трех недель после введения.

Ученые убедились, что полимерные наночастицы, покрытые полисорбатом-80, могут доставлять фактор роста нервов в центральную нервную систему, а сам ФРН оказывает антипаркинсонический эффект. Пока – у мышей.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

Пептиды вместо антибиотика

Разветвленные пептиды, обладающие антимикробными свойствами, синтезировали специалисты Института белка РАН и химического факультета Красноярского государственного университета. Ученые надеются, что в будущем эти пептиды смогут заменить антибиотики (mitin_y@mail.ru).

В последние годы появились бактерии, которых не берут ни пенициллины, ни тетрациклины, ни сульфамидные пре-

параты. В то же время в природе существуют антимикробные пептиды, которые уже много миллионов лет прекрасно защищают растения и животных. Таких пептидов известно несколько сотен. Они быстро убивают бактерии, так что у патогенов меньше шансов приобрести устойчивость к ним.

Действие антимикробных пептидов основано на разнице в строении клеточных мембран бактерий и высших организмов. Наружная сторона бактериальных клеток содержит отрицательно заряженные фосфолипидные группы, с которыми и взаимодействуют антимикробные пептиды, оставаясь нетоксичными для клеток животных и человека. В отличие от антибиотиков, влияющих на различные этапы метаболизма бактерий, антимикробные пептиды действуют на бактериальные мембраны и потому представляют собой универсальное средство.

Проанализировав аминокислотные последовательности различных антибактериальных пептидов, российские ученые обнаружили определенные закономерности в их строении. В них часто встречаются фрагменты (тетрапептиды), состоящие из двух положительно заряженных аминокислот, между которыми находится одна или две гидрофобные аминокислоты. Это и есть основные структурные единицы природных антимикробных пептидов. Сами по себе тетрапептиды не активны, однако на их основе можно получить как линейные, так и разветвленные антимикробные соединения.

Ученые синтезировали несколько разветвленных последовательностей и испытали их на клетках кишечной палочки. Оказалось, что активность возрастает с увеличением разветвленности молекулы, причем самые разветвленные не уступают таким природным антимикробным пептидам, как темпорин, выделяемый клетками кожи травяной лягушки, и магаинин, полученный из кожи африканской шпорцевой лягушки. Что очень важно, ни один из синтезированных препаратов не повреждал эритроциты.

Кстати, природные антимикробные пептиды имеют линейную, а не разветвленную структуру, а значит, рос-



сийские ученые получили совершенно новый класс антимикробных соединений, обладающих высокой активностью и нетоксичных.

экология Защитная полоса лягушек



Лягушкам в крупных городах помогает выжить светлая полоска на спине. Травяные лягушки такой полосы не имеют и из городов практически исчезли. Физиологические особенности лягушек с полосками изучает доктор биологических наук, зав. лабораторией экологического мониторинга Института экологии растений и животных УрО РАН В.Л.Вершинин при поддержке РФФИ (wow@ipae.uran.ru).

Светлую полоску на спинках лягушек ученые впервые описали в начале XX века. Причина ее появления – одна мутация в одном гене. Такая полоска не редкость у знакомых нам озерной и остромордой лягушек, а также у других представителей этого рода. В относительно чистой местности, в лесопарке в 23 км от Екатеринбурга, полосаты до четверти молодых лягушек и примерно треть взрослых. Но по мере приближения к центру Екатеринбурга доля мутантных амфибий заметно возрастает. Так, в зоне многоэтажной застройки полосочку вдоль хребта имеют 89% взрослых озерных лягушек.

Полку полосатых прибывает и во времени. В.Л.Вершинин наблюдает за лягушками с 1976 года, и с тех пор доля мутантных амфибий в Екатеринбурге неуклонно растет. Связь их полосатости со степенью урбанизации ареала сомнений не вызывает, но, кажется, ясно и то, что полоска на спинке ничем не поможет лягушке, волею судьбы оказавшейся в каменно-асфальтовых джунглях. Однако, согласно данным В.Л.Вершинина и других исследователей, изучавших этот феномен, лягушки с описанной мутацией имеют физиологические преимущества, которые и помогают им выжить в неестественных условиях большого города. Одна-единственная мутация стала причиной нескольких существенных изменений. У полосатых лягушек быстрее происходят обменные процес-

сы, они лучше переносят обезвоживание и накапливают в организме значительно меньше вредных металлов, чем бесполосные.

Город – неподходящее место для влаголюбивого существа с нежной кожей. Лягушки в городах долго не живут. Однако полосатые особи выработали специфическую стратегию. Они живут меньше, но зато растут быстрее и раньше приступают к размножению. Благодаря этим особенностям озерные и остромордые лягушки еще встречаются в городах. Зато родственный им вид – травяная лягушка из мегаполисов практически исчез – потому, видимо, что нет у нее полосатой разновидности. Травяная лягушка, в отличие от озерной и остромордой, зимует не на суше, а на дне водоемов. А зимой в замерзших водоемах случаются заморы: рыбы и амфибии погибают от недостатка кислорода. Полосатые лягушки переносят нехватку кислорода хуже бесполосных. Оказавшись перед выбором – либо зиму не пережить, либо в городе не бывать, – травяная лягушка выбрала второй вариант.

История с полосатыми лягушками – хороший пример того, как признак, в нормальных условиях бесполезный, может оказаться жизненно важным на загрязненных человеком территориях.

физиология животных

Температура якутских зайцев

Специалисты Института биологических проблем криолитозоны СО РАН и Якутской государственной сельскохозяйственной академии почти год измеряли температуру зайцам-белякам. Температура оказалась достаточно высокой и стабильной – значит, якутские зайцы хорошо переносят местный климат, хотя разница между зимней и летней температурой под Якутском может превышать 100 градусов. Исследования проводились при поддержке РФФИ (p.a.remigailo@ibpc.ysn.ru).

Зайцы привлекли внимание ученых своими необычно малыми размерами. Существует правило Бергмана, которое гласит, что у теплокровных животных, обитающих в холодном климате, размеры тела больше, чем у родственных им видов, живущих в более теплом климате. Поэтому

зайцы-беляки в Центральной Якутии и Верхоянье должны быть крупнее своих собратьев из средней полосы. Чем меньше животное, тем больше его относительная поверхность и тем больше тепла оно теряет. Как же некрупные якутские зайцы выдерживают сорока-пятидесятиградусные морозы?

Зайцы Якутии отличаются способностью в больших количествах поглощать малопитательные корма. Ими животные вынужденно довольствуются на протяжении восьми зимних месяцев. При этом они довольно мало двигаются, потому что пищи вокруг достаточно, а врагов почти нет. Сидя смирно, беляк поддерживает относительно низкий уровень метаболизма, оценить который можно по температуре тела животного. Исследователи поймали в горах Верхоянского хребта зайца с зайчиковой и имплантировали им под кожу термографы. Зверюшек поместили в открытые вольеры и более 11 месяцев ежедневно по часу проводили измерения. Потом термографы извлекали и обрабатывали данные на компьютере. Всего ученые проанализировали 16 130 значений температуры тела и 8192 – температуры среды. Таких длительных исследований заячьего метаболизма никто еще не проводил.

Вольеры находились в 50 км южнее Якутска, и годовая амплитуда температур по абсолютной величине превышала 100 градусов. А температура заячьего тела менялась лишь в пределах пяти градусов: все значения попали в диапазон от 37–37,5 до 40–40,5°C. Среднесуточная температура тела изменялась в пределах одного градуса. Самая высокая температура приходится на летние месяцы, низкая – на зимние, но зависимость ее от температуры среды незначительна. В зимние холода зайцу не приходится развивать бурную активность, чтобы не заморзнуть, и уровень метаболизма зимой был ненамного выше летнего.

Исследователи отмечают, что температура тела у зайца-беляка более стабильна, чем у других обитателей Якутии: обыкновенной лисицы, енотовидной собаки, северного оленя и якутской лошади. Так что маленький заяц, обзаведясь развитой физической терморегуляцией и ведя правильный (в данном случае малоподвижный) образ жизни, лучше многих своих соседей приспособился к суровым условиям северо-востока Сибири.



Технологи XXI века

Фото Millennium Foundation

Специальный корреспондент
журнала «Химия и жизнь»,
кандидат физико-математических наук
С.М.Комаров

В предыдущем номере речь шла о трех лауреатах главной технологической премии планеты, которую каждые два года вручают в Хельсинки. В этом номере — рассказ о профессоре Массачусетского технологического университета Роберте Лангере, которому Президент Финляндии Тарья Халонен торжественно вручила на церемонии 12 июня 2008 года главный приз и прилагаемое к нему вознаграждение в 850 тысяч евро.

Сага о путешествии лекарств

История научных открытий Роберта Лангера началась в 1974 году, когда он, получив в Корнелловском университете диплом инженера-химика с отличием, закончил аспирантуру в Массачусетском технологическом институте.

«Это было то самое время, когда случился предыдущий энергетический кризис. Поэтому рабочих мест для химика было немного и главным образом в нефтяном бизнесе. Все мои одноклассники пошли именно в эту область. А я хотел заниматься либо образованием, либо медициной. Я поработал пару лет в колледже, потом в университете, но особых успехов не добился. И тогда мне посоветовали обратиться к Иуде Фолкману из Детского госпиталя в Бостоне, мол, он любит людей со странными идеями. Я написал ему письмо, и в 1976 году Фолкман взял меня на работу. Тогда он разрабатывал следующую идею. Раковая опухоль, чтобы расти, формирует вокруг себя сеть кровеносных сосудов. Когда ей это почему-либо не удастся, опухоль прекращает рост и переходит в спящее состояние. Если бы удалось ввести в район ее расположения препарат, который препятствует росту сосудов, тогда развитие опухоли удалось бы по крайней мере затормозить, а может быть, и вообще ликвидировать ее. Мне было поручено выявить вещества, которые тормозят рост сосудов, и создать способ доставки такого препарата».

В 70-х годах в биотехнологии случилась небольшая революция: появились методики синтеза самых разнообразных пептидов. Поэтому с получением действующего вещества особых проблем не предвиделось. Но как обеспечить постоянное присутствие этого вещества в организме, причем только в районе опухоли и в течение длительного времени? Ведь, как правило, все гормоны (а целебное вещество должно быть из их числа) разлагаются в организме за считанные минуты.

Инженеру-химику, естественно, не пришло в голову ничего иного, как создать полимер, в который можно было бы поместить целебный препарат и который мог бы медленно, в течение недель, выделять его в окружающую ткань. Поскольку речь шла о высокомолекулярном веществе, никто не верил в успех этого дела. В 1977 году в журнале «Advances in Polymeric Science» вышла статья, в которой было сказано дословно следующее: «Агент, пред-



*Лауреаты во время прогулки по островам финского архипелага.
Роберт Лангер — второй справа*

назначенный для выделения, должен обладать молекулярным весом в несколько сотен единиц. Невозможно ожидать, что макромолекулы, например протеины, будут выделяться из полимера ввиду их чрезвычайно малой скорости проникновения в полимер». А у Лангера уже были такие препараты. Заглянув внутрь очередного удачного полимера с помощью электронного микроскопа, он заметил, что большую часть его объема занимают поры, заполненные лекарством. То есть препарату не надо диффундировать сквозь толщу полимера, а достаточно преодолеть тонкие стенки между порами. Вскоре удалось доказать и работоспособность метода, и справедливость идеи Фолкмана: когда подопытному кролику создали опухоль глаза, потом вживили рядом миллиметровый кусочек полимера с лекарством, сетка кровеносных сосудов вокруг опухоли вскоре рассосалась, и та перешла в спящее состояние. Глаз кролика был выбран в качестве объекта исследования потому, что на нем отлично заметно развитие сети сосудов вокруг опухоли.

В своей лекции после вручения премии профессор Лангер привел интересную таблицу изменения мнения коллег о том, почему полимерные системы для доставки лекарств невозможны. Менялись они, естественно, по мере прогресса в разработке таких систем.

1977 год — полимеры могут выделять только малые молекулы, а большие — ни в коем случае;

1981 год — полимеры не удастся синтезировать;

1983 год — полимеры будут реагировать с заключенным в них лекарством;

1985 год — полимеры слишком хрупки;

1986 год — полимерная система будет ядовитой;

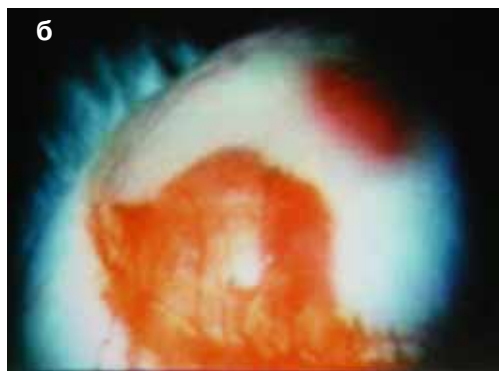
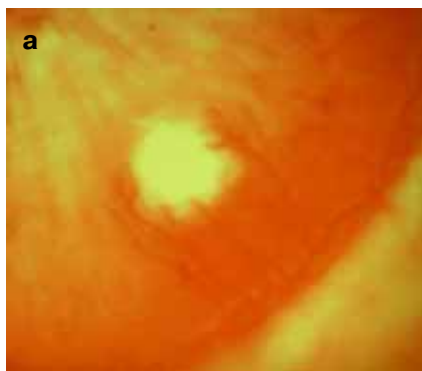
1988 год — лекарство не успеет продиффундировать достаточно далеко, чтобы убить остатки опухоли;

1990 год — а даже если и успеет, все равно это очень плохое лекарство;

1993 год — полимерную лекарственную форму невозможно изготовить в промышленных условиях.

Тем не менее после успешных операций на кроликах в 1979 году Лангеру удалось заинтересовать этой работой студентов. Вообще говоря, найти таких студентов оказалось совсем не просто. Поскольку исследование было посвящено длительному введению лекарств, один опыт

Окончание. Начало в № 8.



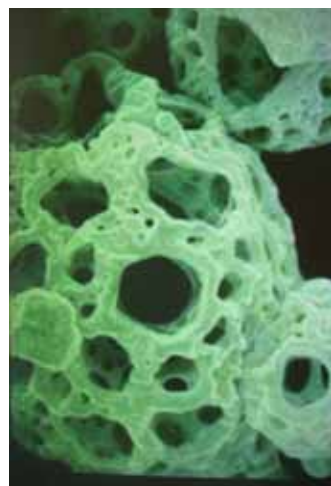
СОБЫТИЕ

В глазу кролика стала развиваться опухоль (а), и спустя некоторое время вокруг нее выросла плотная сетка сосудов (б).

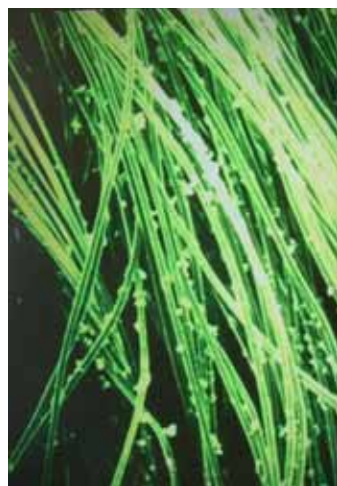
А помещенное в полимер лекарство воспрепятствовало этому процессу, и опухоль заснула (в).

мог продолжаться и недели, и месяцы, причем без всякой уверенности, что он окажется удачным. Словом, такой метод работы отнюдь не приближал срок защиты диссертации.

Работа же была большая: нужно было испытать множество полимеров и отобрать те, которые обладают требуемыми свойствами, а именно медленно и равномерно растворяются в крови, абсолютно безвредны, но в то же время способны содержать в себе целебные высокомолекулярные соединения. Во время работы оказалось, что не обязательно синтезировать какую-то экзотику. В качестве основы годились и некоторые хорошо известные промышленные полимеры. Это обычное дело для медицинских пластмасс. Например, в искусственном сердце применяют уретановый полиэфир — материал для изготовления подвязок чулок, трубки для диализа делают из того же ацетата целлюлозы, что и оболочка для сосисок, а имплантаты для груди — из силиконов, предназначенных для изготовления матрасов.



Пористая гранула для аэрозоля



Клетки, посеянные на волокна для выращивания живой ткани

К 1986 году, спустя десять лет после начала работы, удалось добиться первого крупного успеха: нейрохирург Генри Брем стал помещать полимерную таблетку на место удаленной опухоли мозга, чтобы выделяемое ею лекарство уничтожило все оставшиеся раковые клетки. Это вещество, правильное химическое название которого звучит как 1,3-бис(2-хлорэтил)-1-нитрозомочевина, наполовину разлагается в организме всего за 12 минут. Понятно, что никаким иным способом, кроме как спрятав в полимер, его невозможно превратить в лекарство. В общем, полимерная оболочка для лекарства продемонстрировала свои способности с блеском. Обычно от множественной глиобластомы человек умирает спустя месяц после постановки диагноза, а полностью удалить опухоль практически никогда не удается: в течение года после операции, облучения и химиотерапии умирает 81% пациентов, а рубеж двух лет удаётся перейти лишь 6%. С помощью полимерной таблетки первое число удалось снизить до 47%, а второе увеличить до 31%.

Затем последовали другие препараты. Только в период с 2003 по 2006 год сертифицирующие органы США, Австралии и КНР разрешили применение семи систем для лечения таких страшных болезней, как множественная миелома, рак прямой кишки, легких, почек, желудка, а также дегенерация мышц и синдром миелодисплазии. Годовой объем производства полимерных систем для доставки лекарств исчисляется ныне полутора миллиардами долларов, а применяют их для лечения миллионов людей в год.

Сам же профессор Лангер не останавливается на достигнутом. Согласно его методологии, всякое успешное исследование должно быть доведено до готовой компании. И для этого есть вполне понятная последовательность шагов. Первый — сама разработка метода получения того или иного вещества. Второй — определение, для чего вещество нужно (хотя об этом стоит задуматься с самого начала). Третий — статьи в научных и научно-популярных журналах. Четвертый — патентование. Пятый — проверка на практике. Шестой — создание компании. Седьмой — ее продажа с выгодой. Следуя этой схеме, он за несколько лет разработал принципиально новый вид аэрозоля для введения лекарства через легкие. Главная проблема здесь в том, что частицы аэрозоля должны быть большими. Такие частицы не слипаются в сгустки и более подвержены фагоцитозу, то есть лучше проникают в клетки больной ткани. Однако большие частицы будут тяжелыми и не смогут проникнуть глубоко в легкие. Именно так обычно и происходит — большая часть аэрозоля остается в носу. Лангер предложил применить частицы пористого биоразлагаемого полимера, в котором заключен препарат. В результате число целебных частиц, оказав-

Использованы фото из презентации Роберта Лангера во время лекции после вручения премии



СОБЫТИЕ



Крыса с перебитым позвоночником волочит задние лапы (а), а после операции может на них встать (б)

шихся в легких, возросло в десять раз! Для изготовления аэрозолей он в 1996 году создал компанию, которую успешно продал уже через три года, получив прибыль в 120 млн. долларов.

Еще одно химико-медицинское достижение Лангера — биоразлагаемые полимеры с эффектом памяти формы. Обычно последнее словосочетание звучит в сочетании со словом «нитинол», которое означает эквивалентный сплав никеля и титана (см. «Химию и жизнь», 1998, № 3). Помимо других медицинских применений, из этого сплава делают стенты, которыми расширяют просвет в кровеносном сосуде, для чего из нитиноловой проволоочки при температуре человеческого тела создают ажурный цилиндр нужного диаметра, а затем охлаждают и выпрямляют. Когда проволоочку вводят в сосуд, она, нагревшись, снова сворачивается в цилиндр, раздвигая стенки. И остается там навсегда. Роберт Лангер предложил делать стенты из биоразлагаемого полимера с аналогичными свойствами и весьма преуспел в этом деле: после того как стент расширил просвет сосуда, а полученная при этом травма заросла, он растворяется, тем самым уменьшая вероятность повторного сужения просвета (она при использовании металлических стентов составляет 30—50%). С этими же полимерами можно вытворять сущие чудеса, например делать самозавязывающуюся хирургическую нить: под влиянием нагрева узелок на ней затягивается сам собой, плотно стягивая края раны. Поскольку полимер еще и биоразлагаемый, нить получается саморассасывающаяся.

А системы для контролируемого ввода лекарств получили очень интересное научное развитие. Полимер может выделять введенное в него вещество не все время, а по сигналу, например под действием электрического поля. В результате появляется возможность создать нечто вроде искусственной эндокринной железы. Выглядит она как микрочип, на который нанесены несколько полимерных таблеток и электрическая схема. Получив сигнал, чип создает электрическое поле в какой-то из таблеток, и та быстро выделяет запасенное в ней вещество. Это можно повторять много раз, причем выделяемая доза со временем не снижается. На чипе можно располагать таблетки с разными препаратами и выделять их по очереди. В ближайшие два-три года профессор Лангер планирует оснастить такие чипы еще и биосенсорами, и тогда вживленный чип будет поддерживать состав крови, выделяя в нее по мере необходимости нужные вещества, например инсулин — при повышении уровня глюкозы.

Поскольку полимеры, с которыми работает Роберт Лангер, биосовместимы и биоразлагаемы, логично использовать их и в тканевой инженерии. Согласно базовой методике, из волокон полимера сплетают объект, имеющий форму того или иного органа. Этот каркас засевают стволовыми клетками необходимой ткани, подращивают их, размножают в питательной среде — и получают вполне живой искусственный орган, в котором полимер посте-

пенно разлагается и замещается тканью. Вдобавок полимер можно пропитать необходимыми гормонами роста или какими-то другими веществами. Таким методом в лаборатории Лангера уже удается быстро создавать большие лоскуты кожи для лечения ожогов и применять их на практике, а по лаборатории бегают кролик, в ухо которого вживлено искусственное ухо человека (к сожалению, показывая эту фотографию во время презентаций, профессор Лангер не разрешает ее публиковать).

Пока что удается выращивать только ткани, в которых нет кровеносных сосудов, то есть кожу, кости и хрящи. Выращивание же кровеносных сосудов — дело очень непростое, поэтому, по мнению Роберта Лангера, в ближайшие десять лет вряд ли можно надеяться на создание искусственных живых почек, печени или сердца. Однако сложные органы вроде искусственного позвонка с нервной тканью внутри ему уже удается получать. Для этого создается полимерный композит с плотной внешней частью и пористой внутренней. Эту сердцевину заполняют стволовыми клетками нервной ткани, а плотная оболочка задает направление роста их аксонов. Если вживить зрелый искусственный позвонки в перебитый позвоночник подопытной крысы, у нее восстанавливается подвижность задних лап.

В общем-то понятно, почему жюри премии во главе с президентом Европейского научного фонда Марьей Макаровой выбрало именно Роберта Лангера в качестве победителя: этот химик своими работами фактически заложил основу медицины XXI века.

И в заключение — маленькое лирическое отступление об образовании и поощрении любознательности. Двое из лауреатов прекрасно помнят события, которые побудили их выбрать науку. В обоих случаях это были подарки, полученные ими в раннем детстве. Для Алека Джеффриса таким подарком стал оптический микроскоп, а для Роберта Лангера — набор вроде нашего «Юного химика». Конечно, отнюдь не всякий юный химик или биолог сможет добраться до таких вершин, чтобы его работы цитировали во всем мире, а плодами его открытий пользовались миллионы людей. Однако путь к вершине начинается рано, и, значит, уже система начального образования должна быть благоприятной для выращивания талантов. Казалось бы, общеизвестная истина, но вот, как следует из рассуждения про ЕГЭ, опубликованного в этом номере, она известна отнюдь не каждому из числа лиц, принимающих решения в нашей стране.



Клетки-террористки

против клеток-саперов

Порой действия одной-единственной клетки могут напоминать поведение целой группы многоклеточных существ, наделенных органами чувств, а также способностью мыслить и действовать. К такому предположению подводит опубликованная в «The Journal of Cell Biology» от 18 июля 2008 года статья французских ученых во главе с Филиппом Шавре, который руководит группой динамики мембраны и цитоскелета в Институте Кюри. А изучали они способность раковых клеток проникать сквозь оболочку эпителия, которая окружает любой орган в теле многоклеточного существа.

Вообще-то клетки ткани и сами по себе плотно прижаты друг к другу. Но по границе органа расположена гораздо более плотная пленка клеток — эпителий. Без нее ни один орган правильно работать не будет. В частности, эта пленка предохраняет клетки одной ткани от нежелательного проникновения клеток другой. А желательным такое проникновение бывает только во время эмбрионального развития. Во взрослом же организме подобную способность приобретает лишь некоторые особо злостные клетки раковой опухоли. Возникает самое страшное для больного — метастазы. Вот за такими клетками и следили французские ученые.

Оказывается, чтобы пройти сквозь эпителий, клетка действует подобно отряду саперов, готовящих штурм крепости. Наткнувшись на стенку, клетка приступает к приготвлению подкопа — вытягивает своеобразный отросток, инвадоподию. Эта инвадоподия выпускает заряды: капсулы, наполненные

Клетка рака груди в слое геля проделала дырку и потихоньку протискивается в нее



Фото Renaud Poincloux & Philippe Chavrier/ CNRS/Institut Curie



А если у клетки заблокировать действие протеаз, разрушающих базовую мембрану, то никаких дырок в геле, который моделирует эпителиальную оболочку, клетка проделать не может

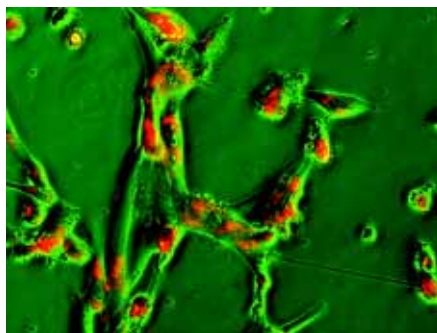


Фото University of Texas

В стволовые клетки (зеленые) ввели наночастицы (красные), содержащие доксорубин. Этот препарат часто применяют при химиотерапии, но в свободном виде он повреждает клетки сердца

протеазами — специальными ферментами, которые предназначены для разрушения мембран клеток и белков, связывающих их воедино. Однако как же заряд достигает инвадоподии и не вредит прежде всего самой клетке-злодейке? Во-первых, их помещают в оболочки из белков. А во-вторых, приделывают транспортные белки, которые и обеспечивают быструю доставку заряда к подрываемой стенке. Французские ученые сумели определить, что этих белков три — sec3, sec8 и IQGAP1. Казалось бы, все на месте: подкоп сделан, бочки с зарядом заложены, чего же не хватает? Правильно, запала. В его роли оказывается выпускаемый инвадоподией белок Vamp7. Придя в соприкосновение с оболочкой заряда и мембраной клетки эпителия, он соединяет их, и протеазы наконец могут приступить к своей разрушительной работе. В эпителии появляется отверстие, сквозь которое раковая клетка протискивается и обретает новое жизненное пространство.

Вся эта операция выглядит очень тщательно спланированной, и возникает недоумение: каким образом клетка «сошедшая с ума», у которой весь генетический аппарата работает не так, как положено, с многочисленными ошибками, может осуществить такие целенаправленные действия. Ученые же надеются, поняв детали этой подрывной операции, найти способ надежной защиты от нее.

Если раковые клетки, как видно из предыдущего сюжета, способны действовать подобно саперам, то против них люди рассчитывают применить методы из арсенала террористов. Вот как рассуждают ученые из Техасского университета во главе с профессором Деррилом Тройером.

В так называемом студне Вартонов — эмбриональной соединительной ткани, которая окружает пупочные кровеносные сосуды, находится несметное количество стволовых клеток. У этих

клеток есть интересное свойство: они притягиваются к клеткам раковой опухоли. Видимо, последние выделяют какие-то вещества, которые стволовая клетка может почувствовать даже на большом расстоянии. Зачем раковая клетка так делает, понятно: опухоли нужно выращивать вокруг себя сеть кровеносных сосудов, чтобы обеспечить питанием увеличивающееся население.

Техасские же ученые решили использовать это свойство стволовых клеток пуповины для доставки лекарства. В общем-то есть немало работ по контролируемой доставке лекарств в опухоль, однако на использование живых организмов, которых к конечной цели влечет сама судьба, никто вроде пока не решился.

Как бы то ни было, низкомолекулярное противораковое вещество коллега Тройера — профессор Дуй Хуа упаковывал в гелевую оболочку и получал наночастицы препарата. Гель же был построен из двух полимеров, с тем чтобы, попав в среду с большим, чем в цитоплазме клетки, количеством воды, он распался и освобождал лекарство. Для опытов в него вводили еще и флюоресцентный краситель: он помогал следить за перемещениями получившегося высокоточного клеточного оружия.

Стволовая клетка, начиненная наночастицами, достигала опухоли и там погибала из-за добавок еще одного вещества, предназначенного для уничтожения только таких стволовых клеток, — последние были специально подготовлены, чтобы погибнуть после такой встречи. Наночастицы оказывались на свободе, гель распался, и лекарство действовало на опухоль. Сейчас ученые закончили первый этап исследования и приступают к доклиническим испытаниям.

«Множество низкомолекулярных веществ, которые могли бы стать неплохими противораковыми средствами, нельзя применять, потому что они либо нерастворимы, либо очень ядовиты. Мы надеемся, что эти вещества удастся вовлечь в оборот с помощью нашей прицельной системы доставки лекарств», — говорит профессор Тройер.



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С.Анофелес



Мысли про ЕГЭ

Кандидат
физико-математических наук
А.В.Подлазов,
Институт прикладной математики
им. М.В.Келдыша РАН

Новые технологии и инструменты, о которых вы прочитали в предыдущей статье, появляются не только в научно-технической сфере, но и в образовании. Один из последних примеров – единый государственный экзамен, а попросту ЕГЭ, как его все называют. Шуму вокруг ЕГЭ много, что и понятно – почти в каждой семье есть или будут дети, внуки и правнуки, которые пойдут в школу. Все заинтересованы в хорошем образовании – и семья, и общество, и государство. Поэтому новые технологии в образовании так бурно обсуждаются в обществе. «Химия и жизнь» тоже не осталась в стороне (см. № 4, 7 за этот год).

Разумеется, ЕГЭ – это не образование, а лишь инструмент, позволяющий оценивать результаты обучения в школе. И, как любой инструмент, его надо отъюстировать и, главное, научиться им пользоваться. Топором не обязательно рубить головы, с его помощью можно и дома строить. Как сделать ЕГЭ эффективным и полезным для общества? В этом и следующем выпуске журнала предлагаем вам, уважаемые читатели, взгляд на проблему разных людей, работающих в образовании и конструктивно размышляющих на эту тему.



Постановка задачи

По всей видимости, единый государственный экзамен становится реальностью, в которой предстоит существовать отечественной системе образования. Как будет показано ниже, плюсы от внедрения ЕГЭ в его нынешнем виде во многом иллюзорны, тогда как минусы вполне осязаемы.

Однако автор видит свою задачу вовсе не в обосновании отказа от единого государственного экзамена, худо-бедно восстанавливающего в стране единое образовательное пространство, а в осознании дефектов ЕГЭ и поиске путей их преодоления. Чтобы единый экзамен превратился в полезный и приемлемый для общества инструмент, необходимо радикально изменить его формы и уточнить его цели, а также привести первое в соответствие со вторым.

Заметим, что в контексте реформы и развития системы образования тема ЕГЭ на самом деле глубоко второстепенна. Гораздо важнее понять, какое нам нужно образо-

вание, каковы его задачи, может ли их достижение быть измерено оценками и могут ли оценки служить мотивацией ученика. Однако эти вопросы, не имеющие простых и однозначных ответов, мы оставляем в стороне, сосредоточившись только на теме реорганизации ЕГЭ.

Причем мы еще сильнее сузим указанную тему, ограничившись лишь теми дисциплинами, которые могут предложить для экзамена содержательные вопросы с однозначными ответами. Заведомая невыполнимость этого условия в случае литературы, истории или обществознания делает бессодержательным обсуждение какой-либо обезличенной и унифицированной проверки по этим предметам.

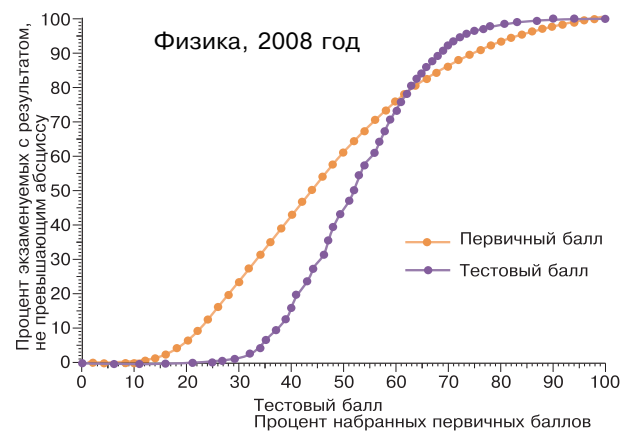
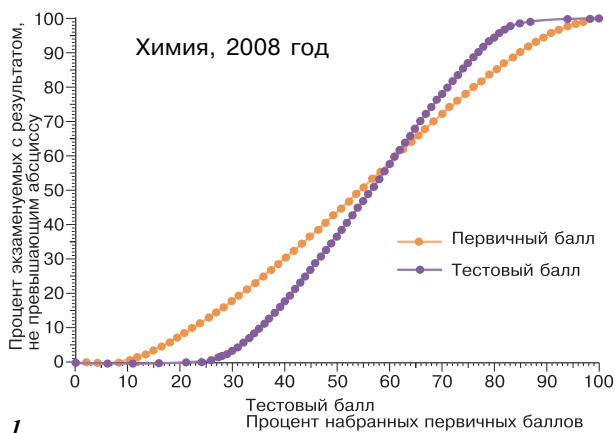
Недостатки ЕГЭ уместно подразделить на системные и частные. Если для устранения первых требуется изменить форму проведения экзамена, то вторые могут быть легко исправлены и в ее рамках. В этой статье речь пойдет о системных дефектах.

За двумя зайцами

Экзамен, как и любой другой измерительный инструмент, имеет вполне определенный рабочий диапазон, в котором его показания адекватны реальности. За его пределами инструмент бесполезен. Даже возможность переключаться между разными диапазонами, реализованная в хороших приборах, не позволяет им работать в нескольких диапазонах одновременно. Невозможно объединить в одном приборе микроскоп и телескоп, хотя оба построены на оптических принципах. Впрочем, если нечто невозможно, это еще не значит, что не найдется желающих внедрить это нечто в повседневную практику, прекрасным примером чего и стал единый государственный экзамен. Сейчас в нем объединены функции выпускного экзамена и вступительного. Иными словами, он используется для выявления одновременно и тех, кому нельзя выдавать аттестат зрелости, поскольку они не смогли освоить школьную программу, и тех, кому имеет смысл получать в проверяемой области профессиональную специализацию. При этом обе задачи решаются крайне плохо. Единый измерительный инструмент может справляться или не справляться со своей функцией в середине диапазона, но он оказывается заведомо неэффективен на обоих его концах – при оценивании как худших, так и лучших.

С одной стороны, основная масса экзаменуемых даже не пытается выполнять самые сложные задания, воспринимая их как заведомо находящиеся за пределами своих возможностей. Следовательно, эти выпускники изначально оцениваются не из полного балла и для них требования ЕГЭ оказываются завышенными.

С другой стороны, относительно простые задания, нацеленные на проверку базовых знаний, умений и навыков и сами по себе не представляющие проблемы для подготовленных школьников, препятствуют выполнению сложных заданий, подумать над которыми уже не остается времени. Экзамен становится соревнованием по скорости и автоматизму, не позволяя абитуриентам проде-

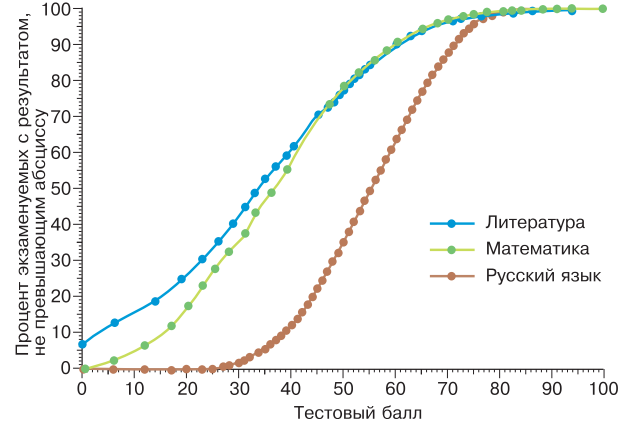


1
Интегральное распределение участников ЕГЭ-2008 по набранным баллам. Вид графиков для первичных баллов более-менее близок к линейному (особенно для ЕГЭ по химии), поэтому первичные баллы в принципе могут служить для дифференцировки экзаменуемых. Графики для тестовых баллов имеют по краям отчетливо выраженные плато, а в середине – крутые участки, из-за чего рабочий участок графиков оказывается невелик (от 30 до 80 тестовых баллов по химии и от 35 до 70 – по физике), и это делает тестовые баллы малоприспособными для дифференцировки

монстрировать свои таланты, и с этой точки зрения требования ЕГЭ неизбежно оказываются заниженными.

Формируется метод оценки и не достижений выпускника, и не способностей абитуриента, а чего-то среднего, не являющегося, однако, ни тем, ни другим. Это в равной степени губительно и для средней школы, поскольку учителям и ученикам задаются непонятные ориентиры, и для высшей, поскольку вузы вынуждены набирать неадекватно оцененных абитуриентов.

Абсурдность ситуации усиливается тем, что данная проблема имеет тривиальное решение: если достижения и способности нельзя проверить одновременно, их следует проверять порознь. Иными словами, по каждому предмету необходимо проводить вместо одного экзамена два, имеющих различную направленность. Первый, он же общеобязательный, проверяет наличие у выпускника тех базовых знаний, умений и навыков, которыми он не имеет права не обладать, закончив школу (образовательный стандарт). Второй, который сдают только поступающие в вузы, выявляет потенциал абиту-



2
Интегральное распределение участников ЕГЭ-2008 по набранному тестовому баллу. Графики для математики и литературы смещены влево, что привело к утрате левого плато. А на графике для русского языка, который по значимости в школьном образовании родственен математике, а с точки зрения организации учебного процесса – литературе, левое плато есть

Раша, куда ж несешься ты? Дай ответ! Не дает ответа

В официальных документах, относящихся к ЕГЭ, отсутствует описание методов обработки его результатов. Вместо этого приводятся лишь ссылки на научные публикации, содержащие их обоснование. Возьмем на себя труд хотя бы в общих чертах реконструировать процесс пересчета первичных баллов в тестовые.

В основе лежит однопараметрическая модель Раша, формулирующаяся для заданий с дихотомическим исходом (успех/неуспех). Она сводится к гипотезе о том, что отношение вероятности справиться с некоторым заданием p к вероятности не справиться с ним $1-p$ равно отношению знаний испытуемого Z к трудности этого задания T . Две последние величины сами по себе неопределимы, и возможно оперировать только их отношением. Поэтому, как это часто делается в подобных случаях, переходят к логарифмической мере – логитам знаний $z = \ln Z/W$ и трудностей $t = \ln T/W$, где W –

некий опорный уровень знаний и трудностей (его выбор, равно как и выбор основания логарифма, несуществен, поскольку линейное отображение диапазона логитов знаний на заранее определенный диапазон тестовых баллов элиминирует эти два параметра).

Результат выполнения задания характеризуется величиной a , равной единице в случае успеха и нулю в случае неуспеха. Если испытуемому, имеющему знания z , предложено задание трудности t , то вероятность исхода a в соответствии с моделью Раша есть

$$P(a) = \frac{e^{a(z-t)}}{1 + e^{z-t}}$$

На основе этой формулы можно построить методику обработки результатов экзамена. Для простоты рассмотрим случай единственного варианта заданий.

Пусть имеется N испытуемых, обладающих знаниями z_i ($i = 1, 2, \dots, N$), и каждому из них предложены K заданий

сложностей t_j ($j = 1, 2, \dots, K$). Результатом тестирования будет матрица исходов $\|a_{ij}\|$ размерности $N \times K$. Для нахождения на ее основе неизвестных величин z_i и t_j используется метод наибольшего правдоподобия. Он требует максимизации произведения вероятностей полученных исходов $P_{ij}(a_{ij})$:

$$\prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^K \frac{e^{a_{ij}(z_i - t_j)}}{1 + e^{z_i - t_j}} \rightarrow \max$$

что приводит к системе $N+K$ уравнений:

$$\begin{cases} b_i = \sum_{j=1}^K a_{ij} = \sum_{j=1}^K p_{ij} & i = 1, 2, \dots, N \\ c_j = \sum_{i=1}^N a_{ij} = \sum_{i=1}^N p_{ij} & j = 1, 2, \dots, K \end{cases}$$

где

$$p_{ij} = \frac{1}{e^{t_j - z_i} + 1}$$

есть вероятность успешного выполнения задания j экзаменуемым i .

Таким образом, требуется совпадение суммы исходов по всем заданиям (первичного балла экзаменуемого b_i) и суммы исходов по всем экзаменуемым (первичного балла задания c_j) с сум-

риента, его умение самостоятельно мыслить и анализировать материал, связывая причины и следствия, то есть активно применять весь арсенал знаний, умений и навыков, полученных в школе. При этом для выставления оценки в аттестат следует опираться только на результаты первого экзамена, а при зачислении в вузы использовать результаты обоих.

Принципиально, что эти два экзамена не могут быть объединены в одном временном отрезке. Это все равно что стрелять после бега (конечно, состязания по биатлону интересней, чем лыжные гонки или стрельба, но биатлонисты-то идут на это совмещение добровольно).

Кроме того, тесты достижений и способностей предполагают диаметрально противоположный взгляд на неординарные способы выполнения заданий. И если во втором случае умение найти неожиданное решение задачи или проявить более глубокое, чем предписано программой, видение проблемы считается высшим достижением, то в первом случае это будет попыткой уклониться от требования продемонстрировать владение совершенно конкретными знаниями, умениями и навыками, которая должна караться.

Наконец, разделение экзаменов по времени в принципе позволяет проводить тест достижений значительно – скажем, на полгода-год – раньше теста способностей. При этом, с одной стороны, у школьников будет возможность на завершающем этапе обучения сосредоточиться на предметах, связанных с их будущей профессиональной специализацией, по которым им предстоит проходить тест способностей. А с другой стороны, у тех, кто провалит тест достижений по какому-то предмету, остается достаточно времени, чтобы подтянуть его и пересдать до окончания школы, дабы не остаться без аттестата.

Важное преимущество двух экзаменов – возможность более гибко регулировать требования к достижениям и способностям абитуриентов, поступающих в различные вузы. Индивидуальности высших учебных заведений можно сохранить даже в условиях единого экзамена, если установить вес двух экзаменационных оценок по пред-

мами соответствующих вероятностей успеха.

В результате решения данной системы уравнений каждое задание получает оценку трудности t_i , которая далее, скорее всего, используется только для соотнесения трудности разных вариантов и в случае единственного варианта не используется вовсе, а каждый экзаменуемый – оценку знаний z_i , которая, однако, сама по себе тоже не может быть использована. Дело в том, что экзаменуемые, получившие одинаковый первичный балл b_i , могли набрать его на заданиях разной трудности, что выльется для них в разные оценки знаний z_i . Однако процедура вычисления последних полностью сокрыта, и невозможно доказать отсутствие ошибки или обмана. Поэтому с 2008 года была введена дополнительная стадия осреднения. Сначала для каждого значения первичного балла b_i вычисляется среднее значение знаний z_i по всем экзаменуемым, набравшим такой первичный балл, которое считается оценкой их подготовленности. Далее эти оценки линейным образом масштабируются так, чтобы диапазон их изменения простирался от 0 до 100.

Это и будут тестовые баллы.

Есть и еще один подводный камень: для экзаменуемых, показавших абсолютный результат (все или ничего), модель Раша дает оценку подготовленности $z = \pm\infty$. Однако линейно отобразить неограниченный диапазон знаний на ограниченный диапазон тестовых баллов невозможно. Поэтому при наличии экзаменуемых, осиливших все задания или не осиливших ни одного, процедура масштабирования в принципе невыполнима. Остается невыясненным, как эта трудность преодолелась ранее, но в 2008 году правило расчета тестовых баллов было скорректировано. Нулевому результату теперь соответствуют 0 тестовых баллов, сто процентному – 100, а вот уже остальные оценки подвергаются линейному отображению на диапазон от 6 до 94 баллов. Почему минимальное отклонение от абсолютного результата составляет именно 6 баллов, причем для всех предметов, неизвестно.

Реально на экзамене предлагаются задания не с дихотомическим, а с политомическим исходом, то есть оцениваемые не из одного, а из нескольких первичных баллов. Для обработки ре-



мету – чем важнее для вуза данный предмет, тем выше вес, с которым учитывается оценка за второй экзамен.

Тем не менее замены одного экзамена двумя недостаточно, чтобы вузы согласились признавать их результаты без выкручивания рук и угрозы антикоррупционного шельмования. И это неудивительно, ведь если взятки за поступление берет лишь часть вузовских преподавателей, то работать со студентами, не имеющими базовой подготовки и не умеющими учиться, не хочет никто.

Сейчас контрольно-измерительные материалы (КИМы) для ЕГЭ разрабатывает некая закрытая структура, аффилированная с Рособрнадзором. И хотя из года в год остающийся неудовлетворительным уровень наполнения КИМов уже стал общим местом, никому толком не известно, что за люди их создают, на каком основании они допущены к этой работе и какую ответственность несут за ее результаты.

Решить проблему субъективного признания вузами результатов ЕГЭ и проблему объективно низкого качества КИМов можно, если передать их разработку преподавательскому корпусу. Для второго экзамена – вузовским преподавателям, которым и предстоит в дальнейшем работать с теми, кого оценивают с помощью ЕГЭ, а для первого экзамена – школьным учителям, которые и закладывают основы проверяемых знаний, умений и навыков.

Поскольку результаты экзамена так или иначе свидетельствуют и о качестве работы самих учителей, необходима независимая от них экспертиза КИМов – это и

результатов выполнения таких заданий используется одно из расширений модели Раша, называемое Partial Credit Model. Эта модель опирается на гипотезу, что отношение вероятности p_k набрать k баллов при выполнении некоторого задания к вероятности p_{k-1} набрать $k-1$ балл равно отношению знаний экзаменуемого Z к трудности получения k -го балла T_k этого задания. Иными словами, базовая формула модели Раша

$$p/(1-p) = Z/T$$

заменяется более общим предположением

$$p_k/p_{k-1} = Z/T_k,$$

включающим ее в себя как частный случай.

Весь дальнейший анализ для Partial Credit Model осуществляется точно так же, как и для модели Раша. Однако результирующие формулы при этом получаются крайне громоздкие, поэтому мы их не приводим.

А.В.Подлазов

должно быть единственной функцией Министерства образования и его служб в деле их разработки. Финансирование разработки КИМов также необходимо вывести из его ведения, чтобы гарантировать независимость разработчиков. Зато ответственность последних должна стать персональной, то есть для каждого задания должно быть указано лицо, отвечающее за его корректность.

В этих предложениях нет ничего революционного. К примеру, в научных фондах, выдающих гранты на проведение исследований, деятельность и перспективы соискателей оценивают представители научного сообщества, а не чиновники, на которых возложены лишь организационно-технические функции. Точно так же и с ЕГЭ: решать, что и как требовать с выпускников и поступающих, могут только преподаватели средней и высшей школы, предметно знающие их конкретику. А на долю чиновников останется проверка соответствия КИМов школьной программе и образовательному стандарту и собственно проведение ЕГЭ.

Тридцать восемь попугаев и одно попугайское крылышко

Отдельная важная тема — в каких единицах измеряется результат экзамена. Каждое задание имеет определенную номинальную стоимость. Сумма номинальных стоимостей заданий, выполненных экзаменуемым, составляет его первичный балл, который, однако, носит только вспомогательный характер. В соответствии с некоторой нелинейной шкалой он пересчитывается в тестовый балл, то есть, по сути, в экзаменационную оценку. Но поскольку тестовый балл исчисляется по стобальной шкале, далее следует еще один раунд преобразований, связанный с определением ее диапазонов, соответствующих оценкам привычной пятибалльной шкалы. Эти диапазоны различаются для выпускного и для вступительного экзаменов, а кроме того, бессистемно варьируются от года к году и от вуза к вузу.

Общественность, не получая каких-либо внятных объяснений со стороны организаторов ЕГЭ, давно отчаялась понять логику и смысл всех этих манипуляций. Однако дело не в их запутанности как таковой — в конце концов, измерительный прибор не обязан иметь простое устройство, он должен давать надежные и однозначно интерпретируемые показания. А вот этого как раз и нет.

Шкала пересчета первичных баллов в тестовые строится таким образом, что ЕГЭ оказывается измерительным прибором, лишенным какого бы то ни было эталона, с которым сравнивались бы успехи экзаменуемых. Они сравниваются не с требованиями школьной программы, а только с успехами других экзаменуемых. Такое сравнение (при условии грамотной его организации) вполне уместно на вступительном экзамене, но совершенно неприемлемо на экзамене выпускном, поскольку позволяет маскировать общее падение качества школьного образования. Ведь как бы ни были низки результаты тестирования, основанная на них же шкала пересчета даст благоприятную интегральную картину. Не будем также забывать и про дополнительную возможность манипулирования итогами экзамена, возникающую при определении соответствия тестовых баллов оценкам пятибалльной шкалы. В результате функция единого государственного экзамена как объективного измерителя положения дел в системе образования полностью утрачена.

ЕГЭ — это количественная мера успехов экзаменуемого. Какие же функции эта мера призвана выполнять? Для ЕГЭ в нынешнем виде ответ на поставленный вопрос не может быть дан, поскольку эти функции сильно различаются для выпускного и вступительного экзаменов.

Цель выпускного экзамена состоит в проверке усвоения школьной программы. При этом нет никакой необходимости сравнивать между собой выпускников по знаниям или задания по субъективной трудности, на что и ориентирована модель Раша, лежащая в основе метода пересчета первичных баллов в тестовые (см. подверстку). Выпускник должен владеть определенным набором базовых знаний, умений и навыков. Поэтому номинальная стоимость задания должна быть пропорциональна его объективной трудности, то есть количеству проверяемых им знаний, умений и навыков. Оценка экзаменуемого по стобальной шкале — это процент знаний, умений и навыков, которые он освоил и продемонстрировал на экзамене. Владение каким их процентом продемонстрировал экзаменуемый, такова его оценка по стобальной шкале. Остальное — от лукавого.

Если необходимо представить результаты в оценках пятибалльной шкалы, то для этого должно использоваться единое и неизменное правило пересчета. Его смысл состоит исключительно в формализации нестрогих поня-

Еще раз о процедуре

По просьбе редакции статью «Мысли про ЕГЭ» комментирует В.В. Овчинников, руководитель отдела шкалирования и статистики Федерального центра тестирования

Я хочу пояснить, исходя из каких соображений сегодня обрабатываются результаты ЕГЭ, и дать небольшие комментарии по отдельным техническим моментам, затронутым в статье «Мысли про ЕГЭ». Никаких оценок ни ЕГЭ в целом, ни отдельным его процедурам в этой статье дано не будет.

Для начала вкратце опишу процесс вычисления тестовых баллов. После проведения ЕГЭ и обработки результатов тестирования на региональном уровне в Федеральный центр тестирования передаются ответы участников ЕГЭ на зада-

ния частей «А» и «В» и экспертные оценки ответов участников на задания части «С». По критериям, предоставленным Федеральным институтом педагогических измерений, в Федеральном центре тестирования происходит автоматическая проверка результатов ЕГЭ, частей «А» и «В». В результате этой проверки каждый из ответов превращается в определенный балл (первичный балл за задание), который показывает, со сколькими частями задания участник ЕГЭ справился. В большинстве своем задания состоят из одной части, поэтому по результатам проверки участник ЕГЭ получает либо «0» — не выполнил совсем, либо «1» — полностью справился с заданием. Но некоторые задания состоят из двух и более частей. Соответственно максимально возможные первичные баллы за эти задания будут два и более.

Хочу подчеркнуть, что эти баллы не имеют никакого отношения к трудности или к «весу» задания. Это всего лишь порядко-

вые величины, показывающие, сколько «ступеней» при решении данного задания преодолел данный участник ЕГЭ. И поскольку это порядковые величины, полученный один балл из двух возможных за задание не означает, что участник ЕГЭ справился с 50% данного задания. Это всего лишь означает, что участник ЕГЭ выполнил одну из двух частей данного задания.

После автоматической проверки частей «А» и «В» для достаточно большого процента данных (ориентировочно 80–90%) полученные результаты обрабатываются в рамках модели с частично верными ответами — Partial Credit Model. Эта модель представляет собой обобщение однопараметрической модели Раша на случай политомических заданий, то есть заданий, состоящих более чем из одной части. В рамках этой модели каждое задание характеризуется набором параметров, задающих трудность перехода от одной части задания к следующей, а каждый из участников ЕГЭ характеризуется

тий «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» (например, свыше 75 баллов – пятерка, свыше 50 – четверка, свыше 25 – тройка, иначе – двойка).

Единый государственный экзамен может иметь хоть какой-то смысл в качестве выпускного, только если его результаты будут не относительными, а абсолютными. А это требует линейной и неизменной шкалы пересчета первичных баллов в тестовые (а лучше всего – их отождествления). Если школьнику тяжелее овладеть одним элементом программы, чем другим, это означает лишь необходимость перераспределить учебное время в пользу более сложной темы, но ни в коем случае не возможность оценивать их усвоение по разным тарифам.

Цель вступительного экзамена состоит в дифференцировке абитуриентов по подготовленности – здесь как раз необходимо сравнивать их между собой. Дифференцирующая способность экзамена определяется видом графика интегрального распределения экзаменуемых по набранному баллу: по абсциссе откладывается балл, а по ординате – процент экзаменуемых, набравших столько или меньше баллов. Весьма желательно, чтобы этот график имел более-менее линейный вид без особо крутых или пологих участков.

На крутых участках графика слишком велика роль случайных факторов, поскольку даже малое изменение баллов может заметно переместить экзаменуемого относительно конкурентов. Причем большие искажения, вносимые малыми случайностями, впоследствии не могут быть уже скомпенсированы каким-либо шкалированием, поскольку дискретность разбалловки и ограниченность набора задач ведут к необратимой потере точности. Зато неудачное шкалирование может привести к еще большим искажениям из-за используемых при пересчете дополнительных округлений.

Пологие участки графика распределения соответствуют заданиям, с которыми либо справились почти все (левая часть графика), либо не справились почти никто (правая часть). На вступительном экзамене такие задания бесполезны, поскольку не помогают дифференцировке экзаменуемых.

Вид распределения экзаменуемых по способности (что бы ни понималось под этим словом) далек от линейного. Чтобы скомпенсировать эту естественную нелинейность, на традиционных вступительных экзаменах в вузы испол-

параметром, отвечающим за его уровень подготовленности по предмету. И трудности заданий, и уровни подготовленности участников располагаются на общей метрической шкале логитов. Так появляется возможность не просто упорядочить участников тестирования по уровню подготовленности, но и выяснить, насколько именно один из участников подготовлен лучше другого. Кроме того, в рамках данной модели можно достичь инвариантности результатов участников ЕГЭ относительно КИМов и инвариантности параметров заданий КИМов относительно контингента участников.

После обработки в рамках данной модели каждый участник ЕГЭ получает определенную оценку уровня подготовленности. Эти оценки уже несут в себе всю информацию об участнике, но в силу того, что они располагаются на непрерывной и неограниченной шкале, возникают проблемы, связанные с их использованием. В самом деле, нельзя же в

свидетельстве о ЕГЭ написать, что результат участника по математике равен $-0,367$ логитов. Поэтому для удобства дальнейшего использования эти оценки с помощью линейного преобразования переводятся на стобалльную шкалу. До 2008 года использовалось линейное преобразование, зависящее от параметров текущего контингента участников (если быть точным, от среднего и дисперсии оценок уровней подготовленности по всей выборке). В 2008 году, в связи с принятием закона о сроке действия свидетельства ЕГЭ в течение двух лет, параметры линейного преобразования были изменены и сегодня не зависят от параметров выборки участников.

Теперь хотелось бы поподробнее остановиться на некоторых моментах, затронутых в статье «Мысли про ЕГЭ». Ее автор предлагает в качестве меры трудности задания выпускного экзамена использовать количество знаний, умений и навыков, проверяемых заданием. И со-

ответственно предполагается, что оценка за выпускной экзамен будет пропорциональна сумме трудностей успешно выполненных заданий. Однако здесь есть опасность. Кто и как будет решать, насколько глубоко данное задание проверяет данную область знаний, умений или навыков? Или же необходимо предположить, что все без исключения задания проверяют соответствующие области знаний, умений и навыков абсолютно одинаково? Но проверять одни и те же элементы знаний, умений и навыков можно с помощью довольно сильно отличающихся по трудности заданий. Ведь если подойти к процессу формально, то

$$x^2 + 2x + 1 = 0$$

и

$$\frac{189x^2}{23} + 2^{-1}x - \sqrt{13.7} = 0$$

– это квадратные уравнения и, по идее, при решении данных уравнений необхо-



ДИСКУССИИ

зуется нелинейная же шкала оценивания. Она основана на простой идее, связанной с начислением одинаковых баллов за выполнение заданий, существенно различающихся по сложности. Тогда при адекватном подборе сложностей разных заданий можно добиться того, что потеря или приобретение балла конкретным экзаменуемым будет соответствовать его смещению соответственно вниз или вверх по ранжировке экзаменуемых примерно на одинаковое число позиций. Только в этом случае и имеет смысл привычное для нас вычисление суммарного балла от экзаменов по различным предметам, тогда как в случае оценок по ЕГЭ эта операция бессмысленна.

Шкалирование, используемое для обработки результатов ЕГЭ, основано на модели Раша, которая предполагает наибольшую стоимость самых сложных и самых простых заданий при меньшей стоимости заданий промежуточной сложности. Это противоречит логике традиционного подхода. Поэтому неудивительно, что распределение сдававших ЕГЭ по тестовому баллу отклоняется от линейного вида еще сильнее, чем по первичному. Пересчет первичных баллов в тестовые лишь ухудшает дифференцирующую способность экзамена.

Проиллюстрируем приведенные рассуждения данными ЕГЭ 2008 года. Как можно видеть на рис. 1, у графика распределения по тестовым баллам слева и справа имеются широкие участки, в результате чего средняя часть графика очень сильно выкручена. По большинству предметов средней, более-менее линейной области графика, на которую приходится 90% экзаменуемых, соответствует диапазон шириной лишь в 35–50 тестовых баллов из 100. Иными словами, дифференцирующая способность экзамена проседает в два-три раза. Исключением стали только иностранные языки и математика с литературой – здесь ширина линейного участка

достигает 55–70 тестовых баллов. Это пусть и невыдающеся, но достижение связано с тем, что в силу специфики языкового экзамена первичные баллы – и есть тестовые, а в КИМах по математике и литературе нет заданий, с которыми бы справились почти все (рис.2). То есть в первом случае не было возможности предпринять дополнительные меры по ухудшению дифференцирующей способности вступительного экзамена, а во втором она была немного повышена так, что в результате выпускные двойки по этим предметам получил каждый четвертый школьник (а не каждый десятый–двадцатый, как по остальным).

Итак, чтобы адекватно оценивать результаты сдачи ЕГЭ, разделенного на две части, нет необходимости привлекать модель Раша и основанные на ней квалитметрические методы. Однако отсюда не следует, что они не нужны вовсе. Просто их задача иная: оценивать качество работы авторов КИМов и сравнительное качество преподавания отдельных тем школьной программы. Квалитметрия нужна не ученикам, а учителям и методистам. Сейчас же, применяемая для решения выдуманных задач, она работает только во вред.

И ставит, и ставит им градусники

Поклонники ЕГЭ, кажется, пребывают в искренней уверенности, что одно его введение позволит что-то серьезно изменить в системе образования, причем непременно к лучшему. И хотя диагностика, не предполагающая лечения, выглядит странно и дико, это еще не означает, что она не влияет на исследуемый объект.

Состояние сложных систем, обладающих способностью к рефлексии, действительно может изменяться в результате одних только измерений. В случае ЕГЭ имеются два канала воздействия на процесс обучения, связанных соответственно с учителями и с учениками.

Идея оценивать с помощью ЕГЭ не только подготовку учеников, но и труд учителей, во-первых, повышает уровень коррупции в сфере образования, а во-вторых, негативно сказывается на его качестве. Качество же преподавания измеряется прогрессом ученика, а вовсе не его результатами как таковыми, поскольку они зависят и от индивидуальных особенностей ученика, и от множества сопутствующих социально-экономических факторов, повлия-

дим воспользоваться одними и теми же знаниями, умениями и навыками. Однако решение второго уравнения, скорее всего, вызовет больше сложностей, чем первого. И следовательно, при одновременном использовании этих двух заданий невозможно получить объективные оценки. Можно возразить, что при решении второго уравнения необходим навык работы с дробями, корнями и т.п. Но ведь общая формула для корней квадратного уравнения также включает в себя и дроби и корни. То есть при решении первого уравнения неявно предполагается, что решающий обладает необходимыми навыками.

Приведенный пример, конечно, искусственный, но он показывает, что предлагаемый способ оценки усвоения материала не панацея. Да, он прост, нагляден, и его легко можно объяснить практически любому человеку. Но за этой простотой скрывается довольно большое количество неявных предположений, которые, к сожалению, невозможно реализовать на практике. В частности, для получения

объективной картины необходимо предположить, что про каждое используемое задание известно, с какими именно знаниями, умениями и навыками оно связано и какой прирост к оценке по каждому из знаний, умений и навыков (или к совокупной оценке) дает решение этого задания. Откуда можно взять все эти сведения? Экспертные оценки в данном случае ненадежны. Ведь необходимо не только оценить каждое задание, которое будет использовано в экзамене текущего года, но и учесть все задания, использовавшиеся в предыдущие годы.

Данный подход годился бы, если бы была возможность использовать ровно один вариант КИМов, состоящий ровно из одного задания, на протяжении всех лет. Тогда не было бы проблем ни с интерпретацией, ни с абсолютностью результатов.

Использование же модели Partial Credit дает возможность получать объективные параметры каждого задания, не зависящие ни от экспертной оценки, ни от выборки участников ЕГЭ.

на которые учитель не может. Мы не возьмемся здесь рассуждать о том, возможна ли в принципе унифицированная и обезличенная оценка работы учителя, но заведомо неадекватный способ оценки ее результатов вынуждает школу искать пути приспособления к новым требованиям. Один из них – жульничество при тестировании, другой – вынужденное изменение целей преподавания.

Раньше учитель имел возможность держать тех, кто не может и не хочет учиться, на некотором минимуме, а на выпускных экзаменах просто накидывать им лишний балл. Это было, конечно, очковитерством, но зато позволяло сосредотачивать основные усилия на тех детях, которых можно чему-то научить. Теперь учителю, лишенному возможности повлиять на результаты экзамена, приходится либо принимать участие в коррупционных схемах, либо тянуть всех учеников одновременно, натаскивая их на решение тестов, чтобы улучшить оценку своей работы. При этом ее продуктивность резко сокращается, поскольку слабые ученики незначительно прибавляют в достижениях, а сильные не развивают свои способности.

Другой фактор, воздействующий на учителя, проистекает из низкой предметной квалификации разработчиков КИМов. Свое патологическое неумение составить изящные содержательные задания они компенсируют расстановкой разного рода ловушек и другими приемами, замещающими проверку предметных знаний, умений и навыков проверкой обстоятельств, к предмету никакого отношения не имеющих. В результате большую часть учебного времени приходится тратить на освоение методов преодоления рукотворных препятствий, а не на изучение самого предмета. Фактически, сдача ЕГЭ превращается в новый предмет, а точнее – спектр предметов, не предусмотренных школьной программой.

Ориентиры ученика также меняются, потому что форма контроля определяет и форму учебной деятельности. То, что не контролируется, становится необязательным. ЕГЭ требует знания определенного набора фактов, но практически не требует их анализа, умения видеть их взаимосвязь и понимать структуру изучаемой дисциплины. Тем более он не позволяет выявить навыки рефлексии и объяснения своих знаний и умений, неплохо проверяемые традиционными устными экзаменами. Соответственно школьники, обучение которых «заточено» под ЕГЭ, скорее всего, не смогут стать учителями или исследователями.

А.Подлазов также предлагает в качестве оценок за вступительные экзамены, использовать количество верно выполненных заданий вне зависимости от их реальных трудностей. В принципе, такой подход использовали практически во всех вузах при оценке результатов вступительных экзаменов до введения ЕГЭ. Можно было сделать одну сложную задачу, но, если при этом поступающий не справлялся с определенным количеством более простых заданий, он не набирал необходимый проходной балл.

Плюсы данного подхода – прозрачность вычисления окончательного результата и легкость его интерпретации. Но каким образом, например, можно сравнить результаты двух учащихся, решавших не один и тот же вариант вступительных экзаменов, а разные варианты? Для возможности подобного сравнения необходимо доказать абсолютную параллельность этих вариантов как с точки зрения содержания, так и со статистической точки зрения. Иными словами, на одной и той же выборке учащихся эти

Другой пример – навыки пользования справочной литературой. Ему не только надо обучать, его надо разрешать на экзамене (по крайней мере, на одном из двух), что позволило бы удалить из КИМов большую часть бессодержательных вопросов, апеллирующих исключительно к памяти на детали, но не к пониманию.

Наконец, ЕГЭ, становящийся единственной целью учебного процесса, подавляет естественную любознательность ученика, стимулируя его ограничивать свои знания четким набором того, что может войти в тест. Ориентация на ЕГЭ означает утрату навыка развернутого ответа, умения конспектировать или изменять формат представления информации. Знания и информация из важной цели обучения превращаются в средство сдачи тестов.

Отдельно следует отметить такую жуткую особенность ЕГЭ, как форма организации его тестовой части, в которой экзаменуемый должен в каждом задании поставить крестик против правильного ответа. При этом он пытается отбросить заведомо неверные ответы, уловить логику составителя задания, просто угадать правильный ответ – делает все, что угодно, но только не рассуждает. А любому человеку, занимавшемуся преподаванием, прекрасно известно, что стоит позволить ученику гадать, он мгновенно и необратимо прекращает думать. Да и сама практика выработки у подростка ощущения, что у любого вопроса есть единственно верный ответ, представляется глубоко порочной.

Не стоит, однако, полагать, что тестовые формы проверки несовместимы с нормальным учебным процессом. Во все нет. Они по-своему и удобны, и полезны. Просто из них надо исключить элемент угадывания. Для этого достаточно всего-навсего заменить задания с одним правильным ответом на задания с заранее неизвестным числом правильных ответов, которые экзаменуемый должен отметить все, чтобы задание было зачтено.

Поскольку даже этой элементарной вещи до сих пор не сделано, совершенно ясно, что ни преодоление негативного влияния ЕГЭ на образовательную систему, ни тем более какие-то позитивные изменения в ней не воспринимаются как цели, заслуживающие внимания. А ведь устранение других разрушительных последствий введения ЕГЭ, о которых говорилось выше, требует куда более сложных мер.

варианты должны показывать одно и то же распределение результатов. А если учесть, что свидетельство о ЕГЭ должно действовать два года и при разработке вариантов КИМов для очередного года нужно будет обеспечивать не только их параллельность между собой, но и их параллельность вариантам предыдущего года, данный подход становится нереализуемым с практической точки зрения.

В статье «Мысли про ЕГЭ» автор утверждает, что экзаменуемые, получившие одинаковый первичный балл, могут получить в итоге разные оценки знаний. Это не так. В рамках разбираемой в статье однопараметрической модели Раша и в рамках используемой при обработке результатов ЕГЭ модели Partial Credit первичный балл является достаточной статистикой. Иными словами, имея один и тот же первичный балл, экзаменуемые получают одну и ту же оценку уровня подготовленности. В дальнейшем, при линейном преобразовании этих оценок в тестовые баллы, также будут получены одинаковые результаты. И еще: не по-

нятно, о какой дополнительной процедуре осреднения, введенной именно в 2008 году, идет речь. Описанная автором статьи процедура усреднения используется с самого начала проведения ЕГЭ.

А.Подлазов ссылается на недостаточное освещение в литературе вопросов, связанных с обработкой результатов ЕГЭ. Здесь трудно с ним не согласиться. Да, действительно, широкодоступной популярной литературы, в которой понятным языком объяснялось бы, как именно вычисляются тестовые баллы, нет. Скорее всего, это связано с тем, что процедура вычисления оценок не столь очевидна (сложили количество верно выполненных заданий и получили результат) и для ее понимания читателю необходимо, по меньшей мере, иметь представление о некоторых разделах математической статистики и численных методов.

Однако хотелось бы отметить, что Федеральный центр тестирования выпустил несколько книг, в которых пусть и не по-

пулярно, но подробно разбираются вопросы шкалирования результатов тестирования. Например – Ю.М.Нейман, В.А.Хлебников, «Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов» и «Педагогическое тестирование как измерение» тех же авторов. Центр также издал несколько брошюр, в которых в популярной форме разъясняются вопросы, связанные с выставлением тестового балла в ЕГЭ, объяснено, зачем вообще нужны тестовые баллы и почему в качестве окончательных тестовых баллов не используются первичные. Сейчас готовится к выпуску еще одна книга, посвященная шкалированию результатов тестирования. Никакой тайны из процедуры вычисления тестовых баллов не делается, и любой человек, обратившийся, например, в Федеральный центр тестирования, сможет приобрести эти книги.



Коротко о главном

Чтобы единый государственный экзамен перестал представлять опасность для общества и государства, необходимо как минимум:

- 1) ограничить сферу применения ЕГЭ дисциплинами, допускающими постановку содержательных вопросов, имеющих однозначный ответ;
- 2) разделить по каждому предмету один экзамен на два – общеобязательный тест достижений, без сдачи которого невозможно получение аттестата зрелости, и необязательный тест способностей, используемый только для поступления в вуз;
- 3) передать разработку КИМов преподавательскому обществу;
- 4) радикально упростить систему начисления баллов, приведя ее в соответствие с целями экзаменов и оставив квалиметрические методы для контроля качества КИМов и мониторинга системы образования;
- 5) отказаться от оценивания учителей по результатам ЕГЭ.

КОММЕНТАРИЙ



БУМАЖНЫЙ ТРАНЗИСТОР

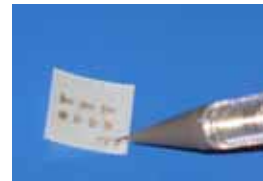
Португальские ученые сделали транзистор на бумажной основе вместо кремниевой.

Elvira Fortunato,
elvira.fortunato@fct.unl.pt

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Обычно микросхемы напыляют на кремний. Это плохо, потому что кремний, во-первых, жесткий, во-вторых, неразлагаемый, а в-третьих, его производство довольно грязное. Хорошо бы делать микросхемы на чем-то другом, столь же не способном проводить электрический ток, но менее вредном для окружающей среды. Ученые из Центра исследований материалов при Новом университете Лиссабона во главе с профессором Эльвирой Фортунато решили изготовить полевой транзистор на бумаге.

И преуспели в этом: они нанесли на обе стороны обычного бумажного листа оксидные полевые транзисторы. Таким образом, португальские ученые заставили бумагу выполнять сразу две функции — подложки для микросхемы и изолятора. Более того, электрические свойства бумажного транзистора оказались даже лучше, чем у тонкопленочного транзистора (TFT), сделанного на аморфном кремнии. Именно такие транзисторы формируют изображения на большинстве жидкокристаллических дисплеев. По мнению исследователей, их работа открывает путь к созданию настоящих бумажных дисплеев.



«АНАКОНДА» ЛОВИТ ВОЛНЫ

Британские ученые создали новую волновую электростанцию.

John Chaplin,
J.R.Chaplin@soton.ac.uk

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Ученые из Саутгемптонского университета во главе с профессором Джоном Чаплином назвали «Анакондой» созданное ими устройство для превращения энергии волн в электричество, испытания которого начнутся в 2009 году у берегов Англии. Оно представляет собой наполненную водой резиновую трубу длиной 200 м и диаметром 7 м с закрытыми концами (правда, испытания пройдут на модели, уменьшенной в три раза). Один конец «Анаконды» плавает на поверхности, а второй, где расположена турбина, утоплен на глубину 40–100 м. Морская волна создает в трубе волну давления, которое, нарастая, распространяется вдоль нее и в конце концов достигает турбины. Та вырабатывает электричество и по кабелю подает его на берег. Предполагаемая мощность одной «Анаконды» — один МВт.

Испытания маленьких «змеек» при разной силе волн показали, что идея вполне работоспособна. По расчетам авторов проекта, стоимость такой электроэнергии оказывается в два раза больше, чем полученной при сжигании угля, однако это значение минимально среди других волновых станций.



В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

АВТОБУС ИЗ НЕРЖАВЕЙКИ

Американские обгонщики считают, что делать автобус из нержавеющей стали лучше, чем из алюминия.

Пресс-секретарь Ron Walli, Oak Ridge National Laboratory, (865) 576-02-26.

В конце XX века автомобилестроители были уверены: современный автомобиль должен состоять из легких материалов — пластика и алюминия, а тяжелую сталь надо использовать как можно меньше. Специалисты же из Окриджской национальной лаборатории Минэнерго США в начале XXI века предложили делать шасси перспективного автобуса из стали. Правда, не простой, а особой, в которую добавлено много азота. Такая сталь, где часть азота остается в железной основе сплава в виде твердого раствора, а избыток выделяется в виде упрочняющих частиц нитридов, становится нержавеющей, причем в отличие от традиционной, хромоникелевой, стали она весьма прочная и жесткая. Подобные азотистые стали стоят дорого, их применяют в основном для специальных изделий. Поэтому идея использовать этот новый материал для гражданского транспорта выглядит весьма смелой.

Оказывается, большую цену стали вполне можно компенсировать за счет того, что ее высокая прочность и сопротивление коррозии позволяют делать несущие элементы автобуса более тонкими. В результате уменьшается и расход материала, и существенно, в два раза, снижается вес. Отсюда ощутимая экономия топлива. «Азотистая сталь Nitronic30 так надежна, что она обеспечит автобусу гораздо большее время службы, чем обычная. В то же время ее переработка наносит гораздо меньший вред окружающей среде, чем производство алюминия», — считает Брюс Эммонс, президент мичиганской компании «Autokinetics», которая, собственно, и разработала конструкцию автобуса при участии материаловедов из Окриджа. Кстати, об азотистых сталях, созданных в ИМЕТе им. А.А.Байкова РАН, мы кратко рассказывали в марте 2002 года.



В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

СОЛЬ, ЯЧМЕНЬ И CO₂

Углекислый газ может ячменю выжить на соленой почве.

Пресс-секретарь Alaitz Ochoa de Eribee, alaitzo@elhuyar.com

Среди страшных рассказов о последствиях роста концентрации углекислого газа в атмосфере есть такой сюжет: газа больше, становится теплее, площадь орошаемых земель растет, из-за некомпентности ирригаторов увеличивается засоление почв. А усиление фотосинтеза за счет роста концентрации CO₂ приводит еще и к дополнительному потреблению воды растением; воды не хватает, и растение чахнет. Насколько этот сценарий соответствует действительности? Ответ решила поискать преподавательница Университета Страны Басков (Испания) Узуе Перес-Лопес. Работая над своей диссертацией, она хотела узнать, как изменяется накопление хлорида натрия в листьях ячменя при изменении концентрации углекислого газа. Оказалось, что никак.

Увеличение концентрации этого необходимого для фотосинтеза газа приводило к тому, что дыхание растения сокращалось. В результате число открытых устьиц на листе уменьшалось, и испарение воды замедлялось. На ячмене это сказывалось только благоприятным образом: поглощенного через меньшее число устьиц газа вполне хватало, чтобы вырастить полноценный колос. Вдобавок корневая система у такого растения развивалась лучше, то есть оно могло получать больше воды, чем его собрат, росший при нормальной концентрации CO₂. Вывод: засоление почвы из-за глобального потепления ячменю не страшно.

**ЛУННАЯ
НАВИГАЦИЯ**

Ученые из Огайо начали разрабатывать систему для ориентации астронавтов на Луне.

Ron Li, Li.282@osu.edu

Когда астронавты НАСА снова посетят Луну, а это запланировано на 2020 год, как они будут на ней ориентироваться? Ведь на нашем природном спутнике нет ни деревьев, ни зданий, словом, ничего, что позволяло бы оценить расстояния и размеры объектов. Во время предыдущих экспедиций это уже приводило к казусам: астронавты направлялись к лунному кратеру и проходили практически рядом с ним, не будучи в состоянии различить детали лунного рельефа. На Земле помогла бы глобальная система навигации, однако на Луне ее нет. Пока. Профессор Рон Ли из Огайского университета получил грант в 1,2 млн. долларов на исправление этого недостатка.

В американских космических кругах этот университет известен, в частности, тем, что он разрабатывал систему ориентации для марсоходов «Спирит» и «Оппортьюнити», которые блестяще справились со всеми своими заданиями. Этот опыт будет использован при создании лунной навигации.

«Изображения, полученные с орбиты, сопоставят с теми, которые сняты на поверхности Луны, и в результате будут составлены карты лунного рельефа. Датчики движения на луноходах и самих астронавтах позволят компьютерам постоянно вычислять их координаты. Сигналы со спутников Луны, посадочного модуля и базовых лагерей построят для астронавтов картинку, подобную той, что водитель видит на своем GPS-навигаторе. Благодаря этому астронавт не заблудится на Луне», — рассказывает Рон Ли.

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**ВЕЩЕСТВО
ВЕТВЛЕНИЯ**

Ученые из Франции, Голландии и Австралии нашли гормон, который замедляет образование веточек у растений.

Пресс-секретарь Jac Niessen, Wageningen University and Research Centre, Jac.Niessen@wur.nl

У одних культурных растений, например цветной капусты или роз, хотелось бы получить как можно больше веточек. У других, скажем парниковых помидоров, — лучше бы веточек не было вовсе. Оказывается, у растений есть гормоны, которые способны повлиять на ветвление. Как установила группа ученых из Франции, Голландии и Австралии, это стриголактоны, на которые до сих пор никто особого внимания не обращал. Соответствующая статья опубликована в «Nature», [http://dx.doi.org/article code 10.1038/nature07271](http://dx.doi.org/article%20code%2010.1038/nature07271).

До сих пор считалось, что стриголактоны помогают растению общаться с окружающей средой, в частности привлекая грибы-симбионты к поселению на корнях. Однако обнаруженный учеными мутант гороха, который не вырабатывает гормона и обладает огромным числом веточек, заставил пересмотреть это мнение. И действительно, инъекция стриголактона прекращала образование веточек. Аналогичный эффект наблюдали и на кресс-салате. Более того, удалось найти рецептор, на который действует этот гормон: после его повреждения нормальное растение начинало бурно ветвиться. Авторы работы надеются, что их открытие привлечет внимание биотехнологов, заинтересованных управлением формой растений.



В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**НОВОЕ О ПОЛЬЗЕ
ГРИБОВ**

Поедание грибов должно сильно способствовать здоровью.

Lana Zivanovic, lanaz@utk.edu
Schian Chen, schen@coh.org

Считают, что гриб — отличная закуска к водке и ничего более. Ан нет! Как следует из рассказов ученых, собравшихся 1 июля в Новом Орлеане на ежегодное собрание Института пищевых технологий, грибы чрезвычайно полезны. Американские специалисты по пище уверяют, что в них мало калорий (заметим, по нашим данным грибной бульон в семь раз калорийнее мясного, см. «Химия и жизнь», 2007, № 7), невысокое содержание холестерина и натрия, зато много волокон, да и вообще они вкусные и приятно пахнут во время приготовления. Но не это главное.

«В грибах много бета-глютана, а он поддерживает иммунные клетки в состоянии повышенной готовности, что способствует борьбе с раком», — говорит доктор Лана Дживанович из Университета Теннесси. «Наши опыты показали, что клетки грибов обладают механизмом, который подавляет развитие опухолей груди или простаты», — рассказывает профессор Шян Чен из Бекмановского исследовательского института. «В грибах есть очень интересный антиоксидант, эрготионен. Он образуется в почве и через грибницу попадает в плодовое тело. Эрготионен защищает глаза, кожу, почки, печень и костный мозг от окисления», — уверяет доктор Джой Дубост из компании «Пепси».

Скорее всего, эти замечательные результаты американские ученые получили, исследуя шампиньоны, шиитакэ и прочие культурные грибы. Интересно, а какие результаты даст изучение наших дикорастущих грибов — сыроежек, опят, маслят, рыжиков и груздей?

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**АЛЮМИНИЕВЫЙ
РЕДУТ**

Норвежские материаловеды предлагают строить крепости из алюминиевых конструкций.

Пресс-секретарь Magnus Langseth, magnus.langseth@ntnu.no

Римские легионеры каждый вечер по окончании дневного перехода огораживали свой лагерь частоколом. После появления огнестрельного оружия редуты стали делать из плетеных корзин, заполненных землей. Потом пришла пора бетонных дотов и дзотов. Война XXI века, требующая мобильности, возвращает нас на пару столетий назад — инженеры из Норвежского института науки и технологий предлагают делать редут из полой алюминиевой конструкции. Ее легко переносить и перевозить, а после установки заполняют любым материалом — хоть глиной, хоть песком, хоть щебнем. Конструкция состоит из модулей, снабженных замками, благодаря чему из них можно строить весьма протяженные заграждения. Испытания показали, что контейнер, спрятанный за такой алюминиево-глиняной стенкой, выдержал произошедший на расстоянии 120 м от него взрыв мощностью в четыре тонны тротила и получил лишь небольшие повреждения.

Инженеры пока доводят свое детище до совершенства, однако некоторые страны НАТО уже проявили заинтересованность и готовы покупать новинку.



Карповка: ранние дни

Кандидат химических наук

А.С.Садовский

Алексей (Авраам) Николаевич Бах и Кощей Бессмертный, Ленин и Каплан, Феррейн, Воронцово Поле и Армянский переулок... Что может связывать столь разные имена и топонимы? Оказывается, все они имеют отношение к истории одного из старейших институтов нашей страны — Научного физико-химического института им. Л.Я.Карпова, который во всем мире известен как Карповский институт. Официально считается, что эта история началась 4 октября 1918 года, когда Коллегия химического отдела ВСНХ учредила Центральную химическую лабораторию. Мы же начнем отсчет событий с 1915 года.

Жертвователю первого института

Шел второй год войны, которая вопреки надеждам не стала для России краткосрочной и победоносной. Тем не менее в Москве на Миусской площади началось строительство первого в стране научно-исследовательского института. Термин «институт» до революции употребляли в основном для учебных, реже для медицинских заведений, а научные учреждения именовали «кабинетами» или «лабораториями». Физический институт был задуман как часть Московского научного института «Леденцовского общества» (подробнее об этом благотворительном обществе поддержки научных исследований, которое основал купец Х.С.Леденцов, мы писали в мае 1992 года. — **Примеч. ред.**).

Инициатор создания института П.П.Лазарев воплотил идеи своего учителя — П.Н.Лебедева, известного тем, что открыл давление света и измерил его значение. Институт был построен по проекту архитектора А.Н.Соколова и оснащен в основном на средства заводчика-мецената Гуго Максимилиановича Марка. По словам близко его знавшего В.П.Рябушинского, одного из богатейших людей империи, на различные пожертвования Марк потратил 2 млн. рублей, деньги по тем временам весьма солидные. Жертвователю хотел остаться неизвестным, чтобы избежать возможных неприятностей для получателя, но по сохранившимся документам ясно, что им был Марк, который и возглавил строительную комиссию ин-

Здесь располагался первый отечественный физический институт, а теперь — Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша



ститута. Институт открыли 1 января 1917 года, и Лазарева избрали директором, а вскоре — действительным членом Академии наук. При этом академики И.П.Павлов, А.Н.Крылов, В.В.Стеклов, В.И.Вернадский и Н.С.Курнаков отмечали его заслуги в области фотохимии и физиологии (именно он предложил, например, «ионную теорию возбуждения»).

Кем был этот благотворитель, который фактически построил первый институт России? Марк всю жизнь оставался германским подданным. Владел акциями торгового дома «Вогау и Ко», был членом правлений товариществ торговли чаем «Караван», металлургических заводов в Кольчугине, нескольких московских заводов (металлического, электролитического, сахарорафинадного), угольного общества «Рудник Карл». Женат он был на Эльзе фон Вогау, их семья занимала дома № 8 и 10 на улице Воронцово Поле (она же, кто помнит, ул. Обуха). По капиталам (40 млн. рублей) клан Вогау уступал лишь Нобелям, Второву и Морозовым.

С началом германской войны жизнь российских немцев сильно осложнилась, особенно в Москве. Трехдневные погромы 1915 года нанесли семейству Вогау ущерб в размере 2 млн. рублей — в главной конторе на Варварке были взломаны сейфы, похищена денежная наличность и ценности, документация сгорела вместе с конторой. Сильно пострадал дом № 10 на Воронцовом Поле, разграблены дачные усадьбы в Липовке. (Эти места находятся вблизи нынешней станции Марк Савеловского направления, построенной на деньги Гуго Марка.)

Дальнейшее пребывание в России для Вогау потеряло смысл, они свернули свои многочисленные дела, перевели капиталы и уехали в Германию. Так поступила и жена Марка, Эльза, забрав с собой младшего сына. Старший, Макс, был призван в русскую армию, где подпал под влияние марксистов: сначала стал меньшевиком, а затем, уже большевиком, участвовал в Гражданской войне. Сам же Марк остался в охваченной смутной стране. Что его здесь удержало, ведь взглядов сына он не разделял? Прямого ответа на этот вопрос нет: он умер летом 1918 года в возрасте 49 лет. К его домам на Воронцовом Поле мы еще вернемся. А сейчас обратимся к следующему персонажу нашей истории. Это ведущий биохимик страны Алексей Николаевич Бах, в прошлом — один из лидеров народолюбцев по кличке Кощей Бессмертный.

Патриарх революционной эмиграции

Летом 1917 года, когда Бах вернулся в Россию, ему исполнилось 60 лет. В эмиграции он отошел от активной революционной деятельности, выполняя лишь некоторые кабинетные поручения партии эсеров, не мешавшие его научной работе. Он жил в небольшом коттедже в предместье Женевы, соорудил крохотную домашнюю лабораторию и за 23 года опубликовал около 70 экспериментальных и обзорных работ по биохимии. На жизнь хватало поддержки от близкого друга Дю



За восемьдесят лет липы у фасада института выросли и загородили здание Главного корпуса института № 1 (слева). А при Марке и Бахе их регулярно подстригали, и особняк представлял во всей красе (справа). В правом углу — сторожка и тумба для привязывания лошадей, которая ныне не сохранилась. Старые здания, включая забор и парк, простирающийся почти до набережной Яузы, — теперь объекты культурного наследия регионального значения



РАССЛЕДОВАНИЕ

Бахе и вознаграждения за сотрудничество с редакцией французского научного журнала.

Узнав о Февральской революции, Бах решил оставить все и вместе с другими политэмигрантами вернулся в Россию. Ему, как самому авторитетному и беспристрастному, соратнику по революционной борьбе передали средства на репатриацию в размере 100 тыс. рублей и доверили распределить их между различными партиями и группами. В.И. Ленин выделенной суммой не удовлетворился и тут же начал напористо требовать преференций для большевиков, однако Бах на уступки не пошел. Как рассказывал его внук на праздновании 150-летия деда, встретившись в одном вагоне по дороге на родину, революционеры продолжили дискуссию на эту тему, причем Ленин выражался весьма резко.

Сразу же, летом 1917 года, Бах отправился на Урал, в местечко Тихие Горы погостить у Б.И. Збарского, который был у него дипломником еще в Женеве. Сам Збарский появился в местечке незадолго до этого, сдав дела по управлению двумя химическими заводами под Пермью, когда хозяйка — вдова С.Т. Морозова — их продала. Жил он с женой и маленьким сыном в доме Л.Я. Карпова, управляющего Бондюжским заводом Ушаковых, который внедрял там запатентованный им способ получения хлороформа, а также руководил заводской лабораторией. В большом, гостеприимном доме управляющего заводом Л.Я. Карпова разместились семья Збарского и Баха, поэтому у последнего появилось время, чтобы близко познакомиться с Карповым.

Обустройство Баха

Жизнь Баха сначала была та же, что в эмиграции. К активной политической деятельности он не вернулся. И впоследствии, после запрещения партии эсеров, не перешел в ВКП(б), а в анкетной графе «партийность» так и писал: «Независимый социалист-революционер». Остается удивляться, как это ему сходило с рук. После Тихих Гор Бах принял приглашение бывшей жены Максима Горького — Е.П. Пешковой, которая возглавляла московское бюро Политического красного креста, и разместился у нее на квартире на улице Чаплыгина, № 1. Они были давно знакомы, и, ведя совместно хозяйство, Бахи прожили здесь около года. Осенью 1917 года в Москву навещать сына Максима приехал и сам писатель. Знакомство с ним стало началом активной литературно-научной деятельности Баха: он сотрудничал с издательством «Земля и Воля», готовил к переизданию свою знаменитую книгу «Царь-голод», возникшую из бесед по политэкономии со студентами еще во времена «Народной воли», и др. В феврале 1918 года ему удалось вернуться и к научной работе. Он договорился с доктором Ф.М. Блюменталем о том, чтобы в Частном химико-бактериологическом институте последнего «выполнить давно задуманную работу над определением продуктов распада бел-

ка в сыворотке иммунизируемых животных». (На самом деле «институт» Блюментала был отделением аптеки И.И. Келлера на Мясницкой, где занимались диагностическими анализами, готовили сыворотки и вакцины, а для поддержки практики ставили и небольшие исследования.)

В Москву в начале 1918 года переехал и Карпов, получив должность в ранге наркома — заведующего химическим отделением ВСНХ. Было ясно, что для национализированной промышленности потребуется научно-исследовательское подразделение. Карпов предложил Баху его возглавить, а также воспользоваться лабораторным помещением и оборудованием при спиртовом складе. Осенью 1918 года отдел химии ВСНХ приступил к национализации винокуренных и спиртоочистительных заводов, передаваемых в его ведение. Бах против такого размещения решительно возражал. Центральную лабораторию предполагалось впоследствии превратить в первоклассный головной институт отрасли. Для этого винный склад мало подходил. Вместе со Збарским Бах принялся сооружать временную кустарническую лабораторию в квартире на пятом этаже жилого дома № 7 в Армянском переулке. Потом пришлось переоборудовать квартиры и на нижних этажах: четвертом и третьем. Бах поселился в другом подъезде этого же дома.

Где эта улица, где этот склад?

Дом, о котором идет речь, был построен в 1898—1899 годах как доходный, а теперь он стал московской достопримечательностью. Живший по соседству Ю.М. Нагибин написал рассказ, который так и называется «Дом № 7». В статье известного знатока истории Москвы В.В. Сорокина можно прочитать, что здесь жил «А.К. Феррейн — химик, фармацевт; подвалы сдавались под винные склады». Уж не этот ли винный склад фигурировал в дискуссиях Карпова и Баха при выборе места для Центральной лаборатории? Может быть, Феррейны для лучшего надзора намеренно арендовали место под склад рядом с квартирой, и в конце концов эта квартира пошла под лабораторию, а не склад? Ведь «Товарищество В.К. Феррейна в Москве» было национализировано одним из первых, и химико-фармацевтическому заводу Феррейна в Нижних Котлах потом будет присвоено имя Л.Я. Карпова. (Теперь этот завод денационализирован В.А. Брынцаловым, им же придуман новый бренд «Ферейн».) Семья же Феррейнов еще до национализации спешно покинула Москву.

На самом деле А.К. Феррейн — магистр химии, одно время работал в МГУ. Он никак не мог жить в доме № 7, поскольку умер в 1895 году от инфлюэнцы, то есть раньше, чем дом был построен. Очевидно, как и Нагибин, жил он в доме № 9, где до революции действительно в подвалах находился коньячный склад «Бекман и Ко». Произошло какое-то «физико-химическое замещение»: в доме № 7 снимал квартиру не химик А.К. Феррейн, а физик П.Н. Лебедев, которого Сорокин почему-то поселил в доме № 9. После революции дом № 9 стал известен тем, что здесь была коммуна ОГПУ, а винный склад у нее арендовал «Центросоюз».

Не исключено, что Карпов предлагал Баху занять помещение производственных лабораторий в Кривоколенном пер., 12 — здесь же рядом располагались вино-спиртовой склад, контора и квартира магистра фармации В.К. Феррейна — младшего брата магистра химии.



При Марке здесь была конюшня, построенная по проекту архитектора В.А.Коссова в 1882 году. Потом — жилой флигель, здесь жили Карповы, Стадниковы и другие. Затем стеклодувная мастерская и, наконец, просто объект, находящийся под охраной Правительства Москвы

Начало советской науки

После митинга на заводе Михельсона 30 августа 1918 года на Ленина было совершено покушение, приписываемое Фанни Каплан, и он получил два огнестрельных ранения. Врачам потребовались рентгеновские снимки. И тут выяснилось, что в стране остался лишь один работающий аппарат, который находился в Физическом институте на Миусской. Нарком Н.А.Семашко обратился за помощью к Лазареву. У Ленина и Лазарева после обследования, пока проявлялись и сушились пленки, состоялась долгая беседа. Тема разговора осталась неизвестной, но с 1919 года это учреждение под названием «Институт физики и биофизики» вошло в систему Наркомздрава. Соответствующее указание исходило лично от председателя Совнаркома. Более того, ранее, в 1918 году, в системе того же наркомата в Петрограде создается Институт рентгенологии. Такие институты вообще были первыми в мире — и они появились в стране, охваченной разрухой, голодом и войной. Известный биофизик академик РАН Г.Р.Ивановский пишет: «Советский период развития биофизики в России начинается не с залпа «Авроры», а с выстрела Каплан».

Тем самым наркому Семашко и Наркомздраву был придан особый вес в правительстве. Эхом выстрела можно считать и создание другого нового института в системе этого наркомата. Частный институт Блюменталю после национализации весной 1919 года перешел в это ведомство, став Государственным бактериологическим институтом. Слово «химико-» в названии уже отсутствовало. Зато в 1920 году был основан и спустя год торжественно открыт Институт биохимии, его руководителями стали Бах и Збарский. Фактически Бах получил возможность заняться исследованиями сначала в блюменталевском, а потом в наркомздравовском институте, поскольку переоборудование первой квартиры № 35 под лабораторию ВСНХ затянулось и продолжалось почти до конца 1919 года. Инициативу Баха активно поддерживал Семашко. В 1920—1921 годах во Франции и Германии после трехлетнего перерыва появляются три публикации Баха (совместно с Б.И.Збарским и С.Р.Зубковой). Одна из них потом была перепечатана на русском языке: «О ферментных показателях крови. I. Количественное определение каталазы, пероксидазы, протеазы и эстеразы в капле крови». Результаты работ еще до опубликования получили практическое применение: было изготовлено десять специальных колориметров для анализа крови по методу Баха—Зубковой, которые были розданы в клиники, а в Москву стали приезжать врачи на стажировку. Изучение биохимии ферментов только начиналось, новый метод позволял по анализу всего 1 мм³ крови проводить исследования и наблюдения за больными. Сотрудник Баха, врач



Второй особняк Марков, доставшийся индийскому посольству

А.Э.Шарпенак, стал делать опыты на себе, отслеживая работу ферментов крови в зависимости от питания.

Институт биохимии расположился в особняке Марков — дом № 8 по улице Воронцово Поле. Выбор места, скорее всего, не был случайным, ведь этот дом Лазарев хорошо знал еще со времен строительства института, который только что стал биофизическим. Особняк пустовал. Сын Марка Макс свою долю наследства, в том числе и права на дома по улице Воронцово Поле, передал в партийную кассу, переехав жить в коммунальную квартиру.

Место, очевидно, понравилось Баху еще и тем, что можно было занять соседний особняк в этой обширной усадьбе с парком и поднять вопрос о переводе сюда Центральной лаборатории из Армянского переуллка. Карпову удалось добиться соответствующего решения и достать средства на перестройку дома № 10 под новые нужды. Она началась одновременно с основанием Института биохимии. Дом № 10 был возведен по проекту архитектора В.А.Коссова в 1882 году, в ходе реконструкции достроили третий этаж. Нижние два отводились под лабораторные помещения, а верхний стал жилым. (Сейчас на территории института уже никто не живет.) Проект реконструкции принадлежал архитекторам Б.М.Иофану и С.Г.Чернышову, к работе Бах привлекал и архитектора Александра Пастернака (брата поэта). Подробности известны потому, что часть территории Карповского института и старые строения взяты на учет комитетом Москультуры как объекты, имеющие культурно-историческую ценность.

После завершения строительных работ официальное открытие института состоялось 10 октября 1922 года. Карпова, однако, не было в живых — он скончался под Рождество 1921 года от заражения крови. После переезда бывшая лаборатория получила название «Химический институт ВСНХ им. Л.Я.Карпова». Трудно сказать, каким по счету он был в стране: начиная с 1919 года многие «лаборатории» стали



Подъезд 1 дома № 7 по Армянскому переуллку, в котором находилась квартира А.Н.Баха. Справа — фасад дома № 9. Это бывший доходный дом Константинова, построенный в 1874 году



*Станция полувзводских установок
(архитектор Б.М.Иофан,
1926—1928 годы),
она же Лабораторный корпус
института № 2*



РАССЛЕДОВАНИЕ

дованиями по адаптации зрения и мимикрии животных. В первый же год советской власти он взялся за уточнение картографии Курского железорудного месторождения, и его работа позволила сэкономить 5 млн. золотых рублей. О трудах Лазарева с восторженной похвалой отзывался Ленин. Однако в 1929 году Лазарев выступил против перебаллотировки коммунистов, проваленных на выборах в АН СССР. Бах, наоборот, предложил обратиться с просьбой на разрешение повторного голосования в Совете народных комиссаров СССР, что и было сделано.

В ночь на 5 марта 1931 года Лазарева арестовали и сняли с должностей директора Института физики и биофизики, директора Государственного рентгенологического института Наркомздрава, а также заведующего кафедрой физики в Московском электромашиностроительном институте. Накануне ареста Лазарев не удержался и продемонстрировал студентам на лекции несурзности из «Анти-Дюринга» в рассуждениях Фридриха Энгельса по поводу корня из -1 . Об этом сразу же пошли доносы в органы. Институт на Миусской ликвидировали — сотрудники были уволены, оборудование исчезло, даже его жена, проживавшая на территории института, люди из ОГПУ приказали скрыть разведенный ею цветник. Само здание передали ВСНХ под секретный химический «Институт спецзаданий». Однако следствие затягивалось, обвинение не получалось.

Обстановка для О.А.Лазаревой становилась невыносимой, ее хлопоты ни к чему не приводили, и 13 июня 1931 года она повесилась. А спустя три месяца Лазарева выпустили из тюрьмы ОГПУ и назначили ссылку в Свердловске. Очевидно, возымел действие протест учеников и коллег. Правда, братья Вавиловы его подписать отказались; Бах подписался последним, но именно его участие могло привести к цели. Он имел представление о том, как надо действовать, и настоял, чтобы письмо пошло не через В.В.Куйбышева, а через его соперника в партаппарате — В.М.Молотова. В феврале 1932 года Лазарев вернулся в Москву, однако здоровье его было подорвано.

Макс Марк в 1925 году закончил МВТУ по специальности «радиотехника». Работал в Государственном экспериментальном энергетическом институте, заведовал радиостанциями — сначала ГЭЭИ, потом ВЦСПС и потом МГСПС. В 1930—1935 годах он главный инженер НИИ связи РККА. С 1935 года М.Г.Марк преподавал в Инженерно-технической академии связи им. В.Н.Подбельского, получил звание профессора, организовал кафедру и стал ее заведующим. Он был также главным редактором журналов «Техника связи» и «Радиолобитель». В 1937 году Марка расстреляли по расхожему обвинению в шпионаже в пользу Германии. Два сына осиротели. Жена как член семьи изменника Родины (ЧСИР) получила восемь лет с пожизненной ссылкой.

Что касается здания Физического института на Миусской площади, то его теперь занимает Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН. Институт Блюментеля в конце концов преобразовали в Институт эпидемиологии и микробиологии РАМН им. почетного академика Н.Ф.Гамалеи, а Институт биохимии Наркомздрава перешел в Академию наук и стал Институтом биохимии им. А.Н.Баха. Дом № 8 по улице Воронцово Поле заняло посольство Индии.

называться «институтами», примерно так же, как сейчас это название вытесняется словом «центр».

Герои Карповки

Вначале лаборатория, а потом институт выступали в роли «пожарной команды», решая неотложные вопросы производства «стратегических» товаров военного времени и послевоенной разрухи: спички, мыло, торфяное топливо и т. п. По мере роста числа проблем и их усложнения от Карповского отпочковалось несколько отраслевых институтов, сам же он оставался, как шутили, «академией наук Минхимпрома». В нем действительно выросла плеяда академиков и профессоров мирового уровня, именами которых сегодня названы многие институты. Это и сами биохимики А.Н.Бах и Б.И.Збарский, и многие другие ученые: академики А.Н.Фрумкин, Я.М. Колотыркин — электрохимия и коррозия металлов; член-корреспондент И.А.Казарновский — пероксиды металлов; академик Я.К.Сыркин — теория химической связи; академики В.А.Каргин, С.С.Медведев, Н.Ф.Бакеев, А.Н.Озерин и член-корреспондент А.Н.Праведников, — полимеры; академик И. В.Петрянов-Соколов, профессор Н.А.Фукс — аэрозоли; академик Г.К.Боресков, член-корреспондент М.Г.Слинько, профессор М.И.Темкин — кинетика и катализ; академик Н.М.Жаворонков — разделение стабильных изотопов; академик Х.С.Багдасарьян, профессор В.Л.Карпов — фото- и радиационная химия; академик К.А.Кочешков — металлоорганическая химия... Их вклад в развитие науки и промышленности известен. Мы же рассказали только один эпизод из истории института, как лаборатория ВСНХ, ютившаяся в квартирах жилого дома в Армянском переулке, получила особняк с громадным парком на Воронцовом Поле.

Эпилог

Коротко о дальнейшей судьбе некоторых участников этой истории.

В 1920-е годы Бах руководит созданными им институтами, занимается и научно-организационной работой. Он становится членом коллегии ВСНХ и заместителем председателя президиума коллегии Научно-технического управления ВСНХ. В 1927—1928 годах участвует в организации Всесоюзной ассоциации работников науки и техники для содействия социалистическому строительству, или ВАРНИТСО, а впоследствии возглавляет ее. В 1929 году избран действительным членом АН СССР.

Збарский, как и его учитель, в гимназические годы участвовал в революционном движении, но не столь активно, как Бах или Карпов. Фактически на всех должностях он был заместителем Баха. Ему и профессору В.П.Воробьеву из Харькова было поручено бальзамирование тела Ленина. В ходе этой работы они извлекли вторую пулю, остававшуюся после ранения. (Первая была извлечена врачами при операции еще в 1922 году.) Пули оказались разного калибра. Очевидно, несмотря на повторные расследования, преступление до конца не раскрыто.

Лазарев был блестящим, разносторонним ученым, главой московской школы физиков. В биофизике он известен исследова-



Шутки серьезного человека

А.Н.Евсеевичева

28 января 1986 года Америку, да и весь мир потрясло известие о страшной катастрофе: на глазах тысяч людей взорвался космический шаттл «Челленджер». Миллионы телезрителей разных стран видели страшные кадры в выпусках новостей: ракета отделяется от земли, минута полета... клубы дыма и обломки, разлетающиеся в разные стороны. Погиб экипаж из семи человек; вместе с профессиональными астронавтами – победитель национального конкурса на право отправиться в космос, учительница географии.

Шаттл, казавшийся таким надежным, разрушился без видимых причин. Общество надеялось на тщательное расследование. Для его проведения была создана Президентская комиссия. Через некоторое время состоялась пресс-конференция, на которой предполагалось обнародовать некоторые предварительные итоги. Выступали высшие чины НАСА, астронавты, военные. Расследование только началось, и о конкретных выводах говорить было еще рано. Вдруг один из членов комиссии, взяв слово, неожиданно достал из кармана плоскогубцы, зажим и кусочек резины. Поместив резину в зажим, он опустил ее в один из стаканов со льдом и водой, стоявших на столе. Присутствующие увидели, что вынутая из зажима резина не приняла прежнюю форму после охлаждения. Поначалу мало кто понял, что все это значит. Журналисты обратились за разъяснениями к демонстратору опыта – это был Ричард Фейнман, знаменитый физик, лауреат Нобелевской премии. Выяснилось, что резина взята из уплотнителей, обеспечивающих герметичность топливных баков космического корабля. Резиновые кольца были рассчитаны на плюсовые температуры, но в роковой день при запуске шаттла на космодроме было ниже нуля по Цельсию. Резина потеряла упругость и не обеспечила уплотнения. Это и послужило основной причиной аварии.

Эксперимент, проведенный Фейнманом, показали по всем главным телеканалам – и не только в США. Нобелевский лауреат стал настоящим национальным героем. Выступив перед камерами, Фейнман не позволил бюрократии замаять проблемы и представить случившееся как стечение обстоятельств. Кроме того, по словам известного американского физика-теоретика Фримена Дайсона, «люди своими глазами увидели, как творится наука, как великий ученый думает руками, как природа дает четкий ответ, когда ученый задает ей четкий вопрос».

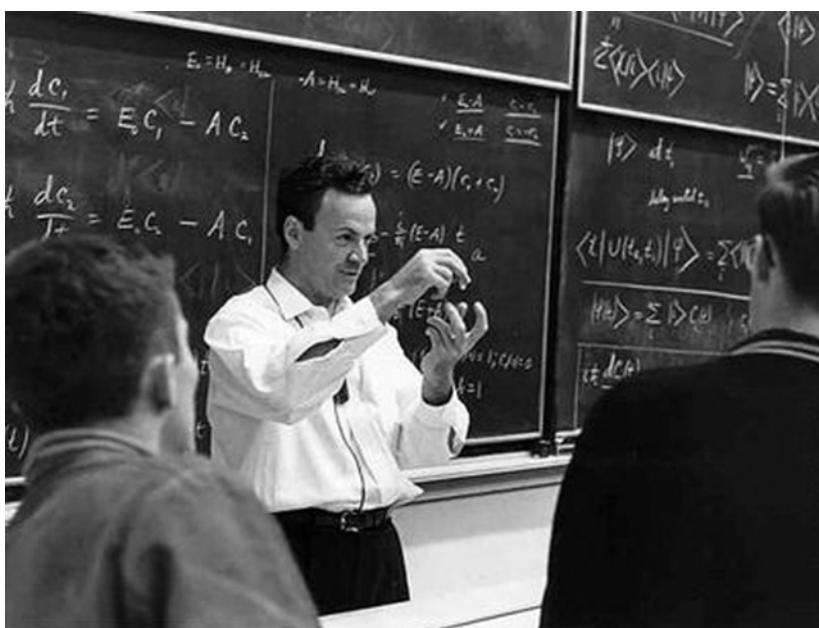
В этом маленьком, но столь эффективном шоу был весь Фейнман, именно таким его знало научное сообщество. Докопаться до истины во что бы то ни стало, не удовлетворяясь какими-то отговорками и туманными предположениями, и сделать эту истину наглядной, очевидной, чтобы ее можно было «потрогать руками», – вот творческое

кредо Фейнмана. Его подход был во многом противоположен стилю, распространенному в науке XX века – века гипотез, которые должны быть «достаточно безумными», чтоб хотя бы претендовать на истинность. Квантовая физика отказалась от всяких наглядных представлений и вывела здравый смысл за рамки научных дискуссий. А для Фейнмана понятность оставалась главной ценностью; его не устраивало, что квантовую физику мало кто понимает.

Нечасто бывает, чтобы нобелевского лауреата с пеленок воспитывали как ученого. Но в случае Фейнмана получилось именно так. Его отец, Мелвилл Фейнман, еще до рождения сына предсказал, что тот будет заниматься наукой. Можно сказать, это была семейная мечта: родители самого Мелвилла очень хотели дать ему соответствующее образование, но не имели на это средств. Мелвилл происходил из семьи литовских евреев, он родился в 1890 году в Минске, а через несколько лет Фейнманы эмигрировали в Америку. Из-за материальных проблем мечты об учебе пришлось оставить, и Мелвилл занялся предпринимательством. Позже он женился на дочери преуспевающего бизнесмена Люсиль Филлипс. Ее семья тоже имела российские корни: отец Люсиль был родом из польских земель империи, занимался антиправительственной деятельностью, его даже приговорили к смертной казни, но он сумел бежать из тюрьмы и перебрался в Америку. Первенец Мелвилла и Люсиль, Ричард, родился в 1918 году. Мелвилл с первых дней жизни сына применял то, что сейчас называют развивающими играми, а когда Ричард подрос, они с отцом часто беседовали о разных удивительных явлениях природы, ходили в Американский музей естествознания, изучали «Британскую энциклопедию». Неудивительно, что у мальчика вскоре появилась небольшая лаборатория. Младшая сестра Фейнмана Джоан вспоминала, что «дом был просто полон любовью к физике»; сама она тоже приобщалась к науке, исполняя обязанности лаборанта в их детских опытах. Впоследствии Джоан стала профессиональным физиком, хотя и не столь блестящим, как старший брат.

От фокусов с электродами и реактивами, приводивших в восторг сверстников во время домашних представлений, Ричард вскоре перешел к взрослым занятиям: уже в 10 лет он считался мастером по ремонту радиоприемников. В школе Ричард быстро завоевал репутацию самого талантливого ученика: к нему обращались учащиеся старших классов за помощью по математике. Фейнман был незаменимым членом школьной команды на математических олимпиадах, обожал разгадывать всяческие головоломки. Эта страсть завладела им на всю жизнь.

После школы Фейнман продолжил обучение в Массачусетском технологическом институте. Здесь он сделал окончательный выбор в пользу физики и еще до получения диплома опубликовал две статьи в ведущем науч-



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

ном журнале «Physical Review». Юному Ричарду казалось, что МТИ — лучшее заведение для занятий наукой, но с подачи своих наставников он отправился получать докторскую степень в Принстон. Здесь поддерживался околаристократический стиль, и Ричард поначалу чувствовал себя не очень уверенно. Например, он не знал, что следует выбрать, если на традиционном еженедельном чаепитии жена декана предлагает сливки и лимон, и попросил оба ингредиента. «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман?» — вежливо изумилась деканша. Этот эпизод дал название одному из автобиографических бестселлеров Фейнмана.

Но отсутствие утонченных манер было легко восполнимым пробелом. Остроумный, дружелюбный и исключительно обаятельный, Фейнман всегда становился душой любой компании. А его авторитет как перспективного физика ни у кого не вызывал сомнений. Фейнман наслаждался широкими техническими возможностями университета (в Принстоне был мощный циклотрон и вообще самое передовое оборудование), общением с первоклассными учеными. Наставником Ричарда был Джон Уиллер, ранее работавший в Копенгагене со знаменитым Нильсом Бором.

Этот период оказался счастливым и в личной жизни Фейнмана. Он готовился к свадьбе со своей школьной подругой Арлин Гринбаум. Они идеально подходили друг другу. Обоих отличали жизнелюбие, юмор, пренебрежение к формальностям. «Какое тебе дело до того, что думают другие?» — эти слова Арлин станут названием еще одной книги Фейнмана. Увы, их счастье оказалось недолгим. У Арлин обнаружили туберкулез — в те годы это был приговор. «Другие» были против их брака — друзья и даже любящие родители отговаривали юношу, опасаясь за его здоровье. Но отказаться от Арлин для Ричарда было невозможно; узнав о диагнозе, он постарался как можно скорее оформить отношения. Они поженились в 1942 году, но большую часть отпущенных им трех лет Арлин провела в больничных палатах. Она держалась мужественно, стараясь не показывать мужу своих страданий, писала ему веселые письма, мастерила подарки, но в июне 1945 года умерла.

Все это время Фейнман постоянно навещал жену, приезжая из Лос-Аламоса, где кипели работы над Манхэттенским проектом — созданием атомной бомбы. Проект

объединял несколько секретных лабораторий: в Чикаго команда Энрико Ферми строила первый в мире ядерный реактор, в Окридже возводили завод по разделению изотопов урана, в Лос-Аламосе находился теоретический отдел. Фейнман с его любовью к технике стал незаменимым специалистом среди теоретиков, многие из которых совершенно не умели обращаться с приборами. Он мог не только чинить любые машины — от примитивного калькулятора до сложных устано-

вок; но главное, он был способен вдохновлять людей, руководить командой и добиваться коллективного успеха. В атмосфере секретности, порой доходившей до абсурда, Фейнман отвергал все запреты и доходчиво объяснял персоналу, для чего конкретно необходимы результаты их труда. Это сразу поднимало производительность на порядок. Роберт Оппенгеймер, научный руководитель проекта, дал Фейнману такую характеристику: «Не просто блестящий теоретик; человек чрезвычайно здравомыслящий, ответственный и гуманный, великолепный и толковый учитель, а также неутомимый труженик».

Сам Фейнман, рассказывая о Лос-Аламосе, предпочитал вспоминать про свой неутомимый труд по взлому сейфов. В это сверхсекретное учреждение доставлялись сейфы новейших моделей, каждый из которых Фейнман мог открыть за полчаса, проделывая это с присущим ему артистизмом и приводя коллег в изумление. Они не подозревали, что в свободное время Ричард часами возился с каким-нибудь новым замком. Успех в этом необычном хобби складывался из любви к головоломкам, умения работать с числами и усидчивости — удивительно, как в Фейнмане сочетались взрывной темперамент, интеллектуальная глубина и способность к долгой монотонной работе. Если он хотел чему-либо научиться, то готов был тренироваться сутки напролет без устали. А как иначе достичь высокого уровня в игре на бразильских барабанах, вскрытии замков, рисовании или расшифровке манускриптов майя? Фейнман очень гордился, когда люди, не знавшие о его основном занятии, принимали его за профессионала в каком-нибудь деле, далеком от физики.

Наконец «изделие», над которым трудились участники Манхэттенского проекта, было закончено. Испытания «Тринити» прошли успешно. Поначалу всеми овладела эйфория от успешно проведенной работы. Но после военного применения бомбы многих охватили отнюдь не радостные чувства. Для Фейнмана это совпало с семейной драмой, и он испытывал настоящее отчаяние: сидя в кафе или гуляя по улицам, постоянно прикидывал, скольким жителям удастся выжить в случае ядерной атаки. «Когда я видел людей, возводящих мост или новую дорогу, я думал: они сумасшедшие, они просто не понимают. Зачем делать новые вещи? Это же так бесполезно». Только наука могла дать возможность отвлечься, но

и в творчестве наступил кризис. Фейнману казалось, что он «выгорел» и не может предложить ни одной новой идеи. Тогда он решил, что главное – не считать физику работой. Он будет преподавать, получая от этого процесса удовольствие и деньги, а физику воспринимать только как игру. Эта мысль принесла некоторое облегчение, и Фейнман занял место профессора в Корнелльском университете.

Прошло совсем немного времени, и ему удалось сделать в науку вклад, который позволяет считать Фейнмана одним из создателей современной физической картины мира. Он предложил свою интерпретацию квантовой механики. Фейнмановский подход опирается на классическое понятие траектории движения, что позволяет выстроить мост через казавшуюся непреодолимой пропасть между классическими и квантовыми представлениями. Интегралы по траекториям визуализируют квантовые понятия, придают им столь ценную Фейнманом наглядность.

Теперь квантовая механика для ученых, работающих в прикладных областях физики, из «акта веры» превратилась в «акт понимания». А когда наука продвинулась дальше, в сферу квантовой теории поля, выяснилось, что метод Фейнмана работает гораздо эффективнее: в большинстве случаев намного проще вычислить интегралы по путям, чем пользоваться традиционным операторным методом. Таким образом, метод Фейнмана стал не только способом понимания, но и рабочим инструментом для решения самых сложных задач квантовой физики.

Одной из таких задач в середине прошлого века было создание теории, описывающей взаимодействие фотонов и электронов. Речь идет о квантовой электродинамике, «странной теории света и вещества», как назвал ее сам Фейнман. Основная проблема заключалась в возникновении бесконечностей при вычислении физических величин, характеризующих это взаимодействие. Фейнман применил перенормировку – вычитание одной бесконечности из другой, приводящее в итоге к конечной величине. Более того, он создал изящный инструмент, позволяющий наглядно показать взаимодействия между элементарными частицами, – диаграммы Фейнмана. По его словам, «эти картинки стали своего рода стенографией для физического и математического описания различных процессов... Я думал, что, наверное, забавно было бы увидеть эти смешные картинки в «Physical Review». Кроме Фейнмана, попытки решения задачи предпринимали Синъитиро Томонага и Джулиус Швингер – им троим и была присуждена в 1965 году Нобелевская премия.

Когда Фейнман завершил создание КЭД, ему было немногим более тридцати. Даже если бы он не занимался дальнейшими исследованиями, то уже вошел бы в историю науки как один из величайших физиков XX столетия, но Фейнман

был не из тех, кто может почитать на лаврах. В науке он искал новых идей, в жизни – новых впечатлений. В 50-х годах Фейнман работал и жил попеременно то в Калифорнии, то в Бразилии, то в Европе, а отдых предпочитал проводить в Лас-Вегасе. За ним закрепилась репутация сердцееда и плейбоя. Мало кто замечал, что на бурных вечеринках Ричард только прикидывался пьяным – от алкоголя он отказался навсегда, испугавшись, что выпивка может повлиять на интеллект, «этот славный механизм, который делает жизнь сплошным удовольстви-

ем». Мало кто догадывался, что у него на душе, – ведь внешне, как вспоминали коллеги, «Фейнман в депрессии был несколько более оживлен, чем обычный человек в моменты наивысшего подъема». Он пытался заполнить пустоту, образовавшуюся с уходом Арлин. Однажды ему показалось, что он нашел родственную душу: Мэри Луиза Белл, молодая преподавательница из Мичигана, так же, как и Ричард, увлекалась культурой майя. Но этот брак, длившийся четыре года, был обречен. Мэри Лу мечтала быть женой «настоящего профессора», заставляла Ричарда носить галстук и строгий костюм. Она не считала нужным вовремя предупредить, что его приглашали пообедать «с каким-то старым занудой», когда в Пасадену, где жили Фейнманы, приехал Нильс Бор.

После их развода в «Лос-Анджелес таймс» появился заголовок: «Барабанный бой достал. Вычисления и африканские барабаны привели к разводу». Ричард вернулся к привычному образу жизни: путешествуя между научными центрами, «всегда где-то застревал – обычно в Лас-Вегасе». Он умудрялся заводить знакомства с мафиози и их любовницами, конференсье, танцовщицами, игроками, кидалами – ему нравилось наблюдать жизнь, столь непохожую на академическую. С добродушной иронией Фейнман описывает свои приключения в книге «Вы, конечно, шутите...»: «Я вошел в зал, держа под руку двух прекрасных танцовщиц, и конференсье объявил: вот входят мисс Такая-то и мисс Такая-то из «Фламинго»! Все оглянулись, чтобы посмотреть, кто пришел. Я чувствовал себя на все сто!»

И все-таки, когда Ричарду уже исполнилось 40, ему повезло встретить женщину, характер и интеллект которой украсили его жизнь. Приехав на конференцию в Женеву, Фейнман познакомился на пляже с молодой англичанкой Гвинет Ховарт, которая путешествовала по Европе, намереваясь посмотреть разные страны и подрабатывая на жилье и еду. Она любила приключения и независимость и уважала «личное пространство» других людей. Ричард предложил ей приехать в качестве домработницы к нему в Америку. Гвинет согласилась, и поначалу их отношения были почти исключительно деловыми, но через несколько недель Ричард сделал предложение. У них родился сын Карл, потом появилась приемная дочь

Мишель. Друзья и коллеги Фейнмана, помнившие строптивую Мэри Лу, сначала отнеслись к Гвинет настороженно, но вскоре очень полюбили ее и радовались за Ричарда: всем было видно, что это счастливый брак. Гвинет была моложе мужа на 14 лет, но пережила его меньше чем на два года.

Наступил еще один исключительно плодотворный этап жизни Фейнмана. Ему удалось дать объяснение сверхтекучести гелия – это явление было открыто еще в начале века голландским физиком Гейке Каммерлинг-Оннесом. При температуре около 2 К жидкий гелий проявляет удивительные особен-

ности: коэффициент термического расширения меняет знак, вязкость падает до нуля. Для объяснения этих свойств Фейнман применил испытанный метод интегрирования по путям. Его коллега Дэвид Пайнс описал эту теорию как «смесь волшебства, математической смекалки и изощренности с физическим пониманием, создать которую мог, наверное, только Фейнман».

Но даже это достижение не закрывает список фундаментальных результатов, полученных Фейнманом в самых разных областях физики. В его активе работы по



гравитации, изучению структуры элементарных частиц, теории электрослабых взаимодействий. Фейнман никогда не замыкался в рамках одной научной тематики; если он сталкивался с какой-либо интересной проблемой, то просто не мог не сделать попытки в ней разобраться. При этом он далеко не всегда публиковал результаты, порой вспоминая о них, только когда другие ученые пытались двигаться в схожих направлениях. Фейнмана мало волновали проблемы приоритета и признания заслуг; он с легкостью «подбрасывал» свои идеи всем, кто был готов их развивать. Для него главной наградой было удовольствие от научного творчества.

Ландау (который был на 10 лет старше Фейнмана) считал, что опоздал родиться лет на пять. Ведь фундамент современной квантовой физики был практически сформирован уже в 20-х годах – от идей де Бройля до уравнения Дирака; оставалось лишь осмысление результатов и прикладные задачи. Для Фейнмана подобных ограничений не существовало. В кругу интеллектуалов высшего уровня он чувствовал себя абсолютно свободным в выборе целей и методов. Именно эта творческая свобода, незашоренность, раскованность позволили Фейнману стать в науке тем, кем он стал.

С начала 60-х годов Фейнман окончательно обосновался в Калифорнийском технологическом институте. «Здесь люди работают в различных областях науки, делятся со мной своими открытиями, и эти открытия приводят в восторг. Да, это было действительно то, что я желал». Помимо мощной физической школы, в Калтехе велись исследования на передовых рубежах биологии. Фейнман не только живо интересовался новейшими достижениями в изучении ДНК, но и сам принимал участие в работе биологических лабораторий. Однако самым значимым направлением в его профессиональной деятельности, помимо теоретических поисков, стало преподавание физики студентам Калтеха.

В начале 60-х годов курс физики читали по устаревшей схеме; в течение двух первых лет ограничивались изложением классических представлений. Руководители Калтеха решили пойти на эксперимент: впервые ученому столь высокого статуса было предложено читать физику студентам младших курсов. Фейнман предпринял настоящий переворот в преподавании. На втором курсе его слушатели уже изучали на современном уровне квантовую механику. Но дело не только в выборе наиболее актуальных тем; главное – Фейнман применял проблемный подход к изложению любой задачи, будь то классическая механика или новейшие достижения теории. Он не заметал мусор под ковер; его студенты могли увидеть многие нерешенные проблемы. Фейнмановские лекции давали возможность почувствовать, как на самом деле работает физика, как действует научный метод. Его курс до сих пор остается источником вдохновения для новых поколений студентов и преподавателей. Ну а те, кому довелось слушать самого Фейнмана, получали незабываемые впечатления. Каждая лекция в его исполнении была блестящим спектаклем, с завязкой, кульминацией и ярким финалом. Студенты очень любили Фейнмана и за глаза называли его Дик, как близкие друзья. Бурный восторг вызвало среди всех обитателей кампуса известие о присуждении Дикю Нобелевской премии.

Вообще-то нобелевского лауреата ожидают не только почести, но и немалый груз протокольных обязанностей. Нередко бывало, что физики-лауреаты погружались в административную работу, лекции, поездки, а к науке уже не возвращались. Фейнман вспоминал, что в первый мо-

мент засомневался, стоит ли принимать награду. Ведь он, как никто другой, избегал всякого официоза и публичности. Однако ему объяснили, что отказ от премии вызовет ничуть не меньшее внимание к его персоне.

Став лауреатом, Фейнман тщательно оберегал свой привычный ритм и стиль жизни. Он по-прежнему преподавал, занимался наукой и придумывал разные необычные творческие проекты. Например, его мечтой в 70-е годы было побывать в Туве, что при советском режиме казалось почти неосуществимым. Ученому не удалось посетить СССР, но его друзья все-таки довели до конца это начинание, организовав между странами обмен выставками прикладного искусства коренных народов.

Фейнман отклонял все официальные предложения о присвоении почетных наград и приглашения прочитать лекции, кроме как в тех исследовательских центрах, где он сам хотел побывать. Редким исключением из правила стало и его согласие войти в ту самую Президентскую комиссию по расследованию гибели «Челленджера». Фейнман взялся за эту работу, поскольку надеялся принести реальную пользу, – и это ему удалось на все сто. Лишь немногие знали, что в те дни Ричард уже был тяжело болен. Несколько лет продолжалось лечение онкологического заболевания, сложные операции помогли отсрочить конец, но болезнь все-таки оказалась сильнее. Когда для поддержания жизни пришлось применять постоянный диализ, Дик попросил у жены и сестры согласия на то, чтобы отключить аппарат.

Фейнмана не стало 15 февраля 1988 года. Его последние слова были: «Умирать скучно». Этот человек целиком принадлежал жизни, она интересовала его во всех проявлениях – в тайнах природы, в радостях и разочарованиях творчества, в любви и одиночестве, в вечном и повседневном. Чувствуя приближение смерти, Фейнман сказал одному из друзей: «Меня это огорчает, но не настолько, насколько это может представляться другим, потому что я чувствую, что рассказал другим достаточно историй и оставил в их разуме достаточную частицу себя. Я чувствую себя так, словно нахожусь везде. Так что, возможно, когда я умру, я не исчезну бесследно!» Наверное, эти замечательные «частицы», оставленные такими людьми, как Ричард Фейнман, – самые долгоживущие в нашем мире.



Химический ковер-самолет



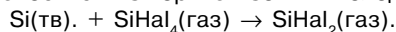
Доктор химических наук
А.Ю.Завражнов,
доктор химических наук
В.П.Зломанов,
кандидат химических наук
Д.Н.Турчен

Продолжая тему газотранспортных реакций, начатую в предыдущем номере журнала, обратимся к использованию химических газотранспортных реакций в промышленности и технике.

Газотранспортная химчистка

Когда химики стали получать искусственные минералы при помощи газотранспортных реакций, то очень скоро обнаружили, что они гораздо совершеннее и чище своих природных аналогов. Очищать этим способом удалось не только минералы, но и многие другие вещества, очень нужные человеку. В частности, газотранспортная перекристаллизация алюминия и кремния позволяет снижать концентрацию примесей в этих веществах на несколько порядков. Поэтому кремний и германий – исключительно важные для полупроводниковой техники в сверхчистом виде материалы – даже в промышленных масштабах получают при помощи галогенидного химического транспорта. Для этого

используют установки, в которых очищаемый материал переносится из горячей зоны в холодную:

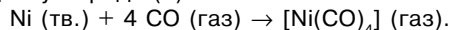


Здесь Hal – любой галоген, кроме фтора, а вместо кремния может быть и германий; при нагреве процесс идет слева направо, при охлаждении – наоборот.

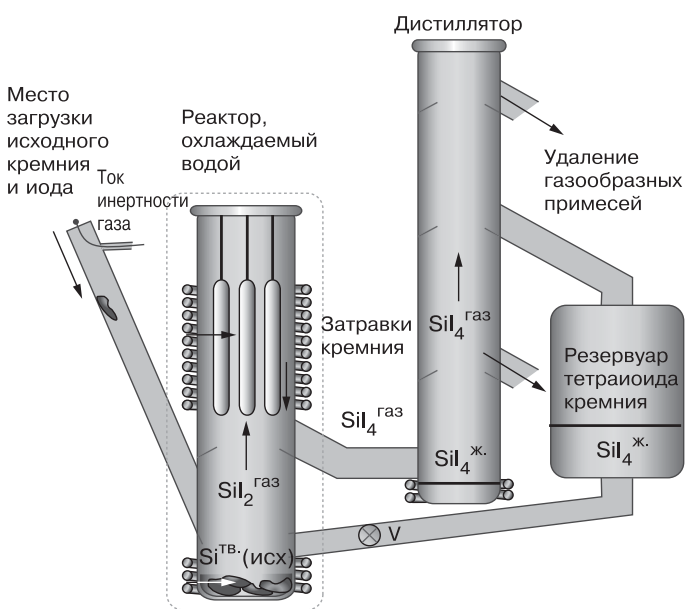
Казалось бы, налицо противоречие. Мы вводим в контакт с веществом, которое надо очистить, дополнительную примесь, а получаем сверхчистое вещество. Причина кажущегося парадокса следующая. Чувствительность любого гетерогенного равновесия к внешним условиям обычно очень высока и очень индивидуальна. Например, для германия доля дигалогенида становится заметной в паре при температурах 350–400°C, но с кремнием для этого требуется нагревание выше 1000°C. Таким образом, при невысоких температурах из сплава близких по химическим свойствам кремния с германием можно извлечь и перенести почти чистый германий. Наоборот, если этот сплав находится в контакте с паром галогенидов при температуре выше 1000°C, то при небольшом температурном градиенте в холодной части реактора будет выделяться почти чистый кремний. Еще проще очистить таким способом германий или кремний от других менее похожих по химическим свойствам элементов.

На рис. 1 показана технологическая схема промышленной установки для получения очень чистого кремния при помощи иодидного газового транспорта. Движение транспортного агента организовано поточным методом по замкнутому кругу с использованием конвекции.

Очистка германия и кремния – не единственный пример. В конце XIX века английский химик и промышленник Л.Монд изучал необычную реакцию, которая показалась чрезвычайно перспективной для промышленного разделения металлов семейства железа. Оказалось, что при температуре немного выше комнатной (45–70°C) мелкозернистый никель вступает в обратимую реакцию с оксидом углерода (II):



Продукт реакции – комплексное соединение, тетракарбонилникель $[\text{Ni(CO)}_4]$ – легколетучая жидкость, обладающая полезным с точки зрения газового транспорта свойством. Она легко разлагается при небольшом нагревании (180–200°C) на никель и монооксид углерода. Поэтому можно добиться практически полного смещения равновесия этой реакции в ту или иную сторону в температурном интервале всего 150°C. Высокая летучесть $[\text{Ni(CO)}_4]$ позволяет использовать данную реакцию для химического газового транспорта никеля, причем он будет переноситься из холодной зоны в горячую. При этом становится возможной глубокая очистка никеля от сопутствующих примесей – кобальта, железа, меди и т. д.: даже если эти металлы и дают карбонилы, то образуются и разлагаются они в совершенно других условиях. Аналогичным путем – карбонильным газовым транспортом – получают железо,



1
Схема промышленной установки (США)
для очистки кремния при помощи газотранспортной реакции

2
Вольфрамовая
нить обычной
лампы
накаливания



3
Галогеновая лампа



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

кобальт, молибден, вольфрам, а также некоторые платиновые металлы очень высокой степени чистоты.

Помимо кремния и германия газотранспортной перегонкой с использованием галогенов очищают цирконий, гафний и некоторые другие, довольно редкие и дорогие вещества. В перспективе еще более тонкая задача: поставить ХТР на службу синтеза моноизотопных материалов, то есть научиться отделять друг от друга изотопы одного и того же элемента. А пока что... газотранспортные реакции идут ежедневно рядом с нами.

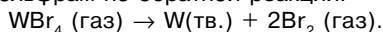
Лечить лампочку

Газотранспортную реакцию, в которой вещество переносится из холодной зоны в горячую, используют для продления срока службы и увеличения светимости лампы накаливания. Ее рабочий элемент – скрученная в спираль вольфрамовая нить (рис. 2).

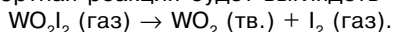
Электрический ток идет по нити, нагревает ее до 2000–2300°C, раскаленная спираль излучает видимый свет. Нить накала делают из вольфрама, потому что он выдерживает эту температуру без плавления ($T_{пл.} = 3420^\circ\text{C}$) и без заметного испарения (возгонки, сублимации). Рабочий элемент лампочки изолирован от кислорода воздуха стеклянной колбой. Иначе вольфрам очень быстро окислится до оксидов и спираль сгорит. Но одним удалением воздуха из лампочки дело не ограничится. Хотя и медленно, вольфрам будет испаряться. Для замедления этого процесса И.Лэнгмюр предложил вводить в лампочку инертный газ аргон. Тяжелые атомы этого газа мешают атомам вольфрама испаряться.

Такой способ увеличения срока службы сегодня используется, но даже при замене аргона на более тяжелые (но и более дорогие) криптон или ксенон со временем на внутренней поверхности колбы возникает темный налет – вольфрамовая пленка. Однако осевший на внутренней поверхности колбы вольфрам можно вернуть на нить накала, если ввести внутрь лампочки небольшие количества лекарства. Таким лекарством для обычной лампочки может стать транспортный агент, например бром.

При умеренных температурах бром реагирует с вольфрамом, давая летучий бромид WBr_4 . Вблизи раскаленной нити это вещество разлагается на элементы, и вольфрам оседает на нить. Пары брома диффундируют к более холодной поверхности лампочки и «вычищают» со стенок колбы осевший вольфрам по обратной реакции:



Но есть и несколько иная технология изготовления галогеновых ламп: в колбу вводят небольшие количества галогена (иода или брома) и кислорода. Основная транспортная реакция будет выглядеть так:



Вольфрамовая спираль в такой лампе оказывается как бы заключенной в кожух из тугоплавкого и мало испаряющегося диоксида вольфрама. Рабочую температуру можно поднять

до 2700–3200°C, при этом увеличивается интенсивность излучения и спектр смещается в видимую область.

Вообще-то предложения о введении галогена в лампочку накаливания выдвигались еще в начале XX века. Однако от идеи до технологического решения – дистанция огромного размера. Впервые галогеновые осветительные приборы появились в 1958 году и были использованы для создания габаритных огней на крыльях самолета Боинг-707.

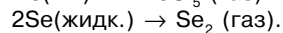
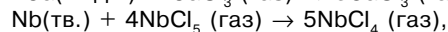
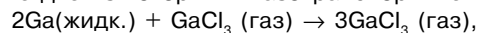
На рис. 3 показана современная галогеновая лампа. Она работает при достаточно высоких давлениях газа – до 7–8 атм, но меньший корпус выдерживает такие нагрузки. Меньшее расстояние от нити накала до стенок лампочки не дает возможности охладиться газу ниже 220–270°C. Нагретые стенки предотвращают выпадение конденсата иодидов или оксиидов. Значительные перепады температур при включении и выключении заставили заменить обычное стекло в колбе лампы на кварцевое. Это, в свою очередь, повлекло серьезные технологические проблемы с изготовлением выводов. Поскольку нет металлов, согласованных с кварцем по тепловому расширению, то выводы приходится делать из фольги.

Пирог с начинкой: синтез интеркалатов

Среди неорганических веществ особое место занимают соединения со слоистой структурой. Их особенность в том, что атомы, образующие отдельные слои, прочно держатся друг за друга за счет химических связей. Слои же связаны между собой очень слабо, чаще всего только силами Ван-дер-Ваальса. Самые распространенные примеры таких веществ – графит и слюда. Для большинства слоистых соединений характерно образование интеркалатов: в межслоевые промежутки кристалла внедряются различные атомы или даже молекулы. Гости склонны к упорядочиванию в теле кристалла-хозяина, при этом могут образовываться весьма необычные сверхструктуры, сочетающие неорганическую немолекулярную основу и начинку из органических или неорганических молекул.

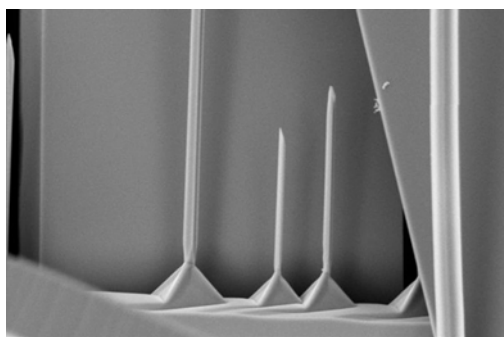
Однако процесс внедрения «гостей» бывает затруднен тем, что межслоевые промежутки по краям кристалла крепко сшиты хемосорбированными молекулами кислорода, воды и т. п. Намного легче синтезировать кристалл, который был бы интеркалирован с момента своего образования. Аналогия: удобнее оставлять закладки, пролиставая книгу, чем пытаться вводить их с торца в закрытую книгу.

Решить проблему снова помогут газотранспортные реакции. Например, интеркалат Ga_xNbSe_2 (x от 0 до 0,25) может быть синтезирован из смеси селенидов галлия и ниобия при протекании трех независимых реакций, первые две из которых – газотранспортные:

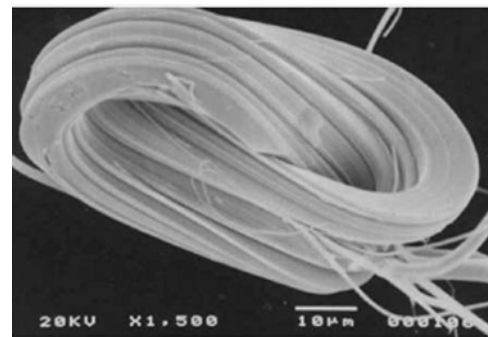




4
 Типичный результат химического переноса: нитевидные кристаллы моноарсенида кремния (SiAs) густо покрывают кремниевую подложку. Небольшая часть вещества кристаллизуется в виде тонких пластинчатых кристаллов



5
 Вискеры SnO₂, выросшие при химическом транспорте на подложке этого же оксида



6
 Вискеры как результат химического переноса NbSe₃

Аналогичным путем получены и многие другие интеркалаты – как в слоистом селениде ниобия (NbSe₂), так и в других слоистых структурах (WSe₂, MoS₂, TiS₂).

Синтез, опередивший время

Почти в любом учебнике для вузов по химии, в разделе, посвященном методам неорганического синтеза, есть упоминание о химическом транспорте – с неизменным заключением, что низкая скорость и невозможность получения больших по размерам монокристаллов сильно ограничивают его практическое использование. Как и во всех обобщениях, в этом высказывании есть доля неточности. Во-первых, некоторые массивные монокристаллы, например низшие галогениды ниобия и тантала, могут быть получены газотранспортным путем. Во-вторых, в науке (как и в человеке) часто бывает так, что недостатки – это обратная сторона достоинств. Действительно, получаемые в ходе газового транспорта вещества чаще всего кристаллизуются в виде иголочек, усов или нитей – вискеро́в (рис. 4).

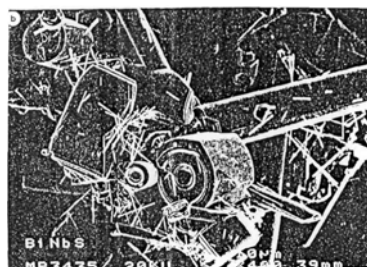
В эпоху становления электронной промышленности требовались массивные монокристаллы, однако несколько десятилетий назад было обнаружено, что вискеры отличаются исключительно совершенной кристаллической структурой, высокой прочностью и уникальными оптическими и термоэлектрическими характеристиками. Сейчас получаемые газовым транспортом вискеры используются при создании особо прочных материалов и в качестве миниатюрных датчиков давления и температуры. Открытая химиками возможность газотранспортного синтеза кристаллов с необычными формами и свойствами просто обогнала свое время.

Но оказывается, что нитевидные кристаллы могут иметь еще более необычное строение, чем это представлялось раньше. Полученные в последнее время нитевидные кристаллы имеют причудливые формы: иглы, которые выходят из монокристаллов через вершины пирамидок (рис. 5), тонкие трубки, петли, ленты Мебиуса и «рулетки», составленные из отдельных лент Мебиуса (рис. 6).

Газотранспортные реакции помогают синтезировать и другие не менее причудливые объекты, например несоизмерные фазы (мисфиты), структура которых может напоминать моток изоляционной ленты.

Весы или термометр: что точнее?

На первый взгляд этот вопрос лишен смысла. С помощью весов мы измеряем массу тел, а с помощью термометра – температуру. Но использование термометра в совокупно-

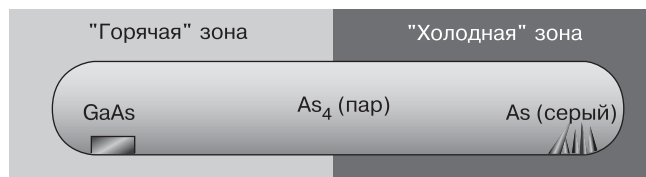


7
 Полученная с помощью электронного микроскопа фотография продуктов газотранспортного синтеза мисфитного соединения (BiS)1.17(NbS₂)

сти со знанием химии позволяет отмерять необходимые порции вещества, причем иногда более точно, чем с помощью весов.

Во всех предыдущих случаях мы с использованием газотранспортных реакций получали какие-либо кристаллы. Но они могут и управлять составом уже созданных другими методами кристаллов. Хотя состав кристаллических соединений варьирует в небольших пределах, однако и эти колебания приводят к очень сильному изменению свойств вещества. Поэтому состав твердых тел должен быть задан очень и очень точно. Так, ошибка на 0,000002 грамма при взвешивании одного из компонентов для синтеза двухграммового кристалла известного полупроводника – арсенида галлия GaAs – может привести к изменению проводимости с n на p-тип. Поэтому чувствительности аналитических весов с погрешностью 0,000025 грамма недостаточно. Необходимо заменить весы другим прибором, измеряющим характеристику, чувствительную к составу. В качестве такого прибора используют термометр (термопару).

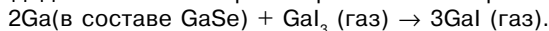
Состав кристалла задают, нагревая его в контакте с паром одного из компонентов. Давление пара регулируют изменением температуры холодной зоны, в которую помещают источник паров летучего компонента. Такое управление составом кристаллов называется двухтемпературным отжигом. Этот способ используется, например, для регулирования состава и свойств соединения GaAs, который испаряется с образованием паров только мышьяка (галлий в пар почти не переходит). В качестве источника пара в холодной зоне обычно применяют элементарный (серый) мышьяк (рис. 8).



8
 Регулирование состава арсенида галлия через пар при помощи двухтемпературного метода

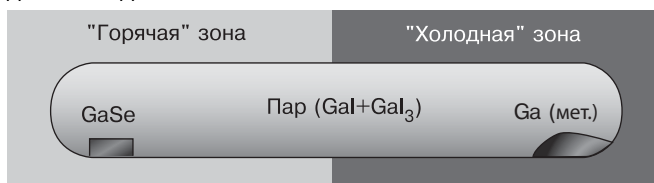


В зависимости от исходного состава образца (GaAs) и температур обеих зон мышьяк может перемещаться как к образцу, насыщая его, так и в противоположную сторону, обедняя образец. Состав образца подстраивается под выбранное давление, следовательно – под температуры зон. Ситуация усложняется, когда давление паров собственных компонентов над кристаллом ничтожно мало. На помощь приходят газотранспортные реакции – с помощью агента-переносчика мы вносим или удаляем один из компонентов. Так, например, состав практически нелетучего селенида галлия (GaSe) можно регулировать с помощью иодидного газового транспорта галлия по реакции:



Газообразный трииодид галлия (GaI_3) реагирует с атомами галлия, находящимися в кристаллической решетке селенидов галлия, и образует моноиодид GaI (газ). В зависимости от соотношения температурных режимов эксперимента равновесие может смещаться как вправо, так и влево. В первом случае происходит экстракция (извлечение), а во втором, наоборот, введение атомов галлия в исходный образец GaSe. Галлий доставляется через GaI из металлического галлия, который находится в холодной зоне реактора.

Простейшая установка для регулирования состава будет выглядеть так:



9

Регулирование состава селенида галлия при помощи газотранспортного селективного переноса галлия

Управляя температурами зон с точностью $0,5^\circ\text{C}$ можно в десятки раз более точно задавать состав кристалла GaSe, чем с помощью взвешивания исходных компонентов на весах.

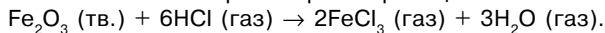
Газотранспортные реакции известны людям уже более 150 лет (со времени первого описания их Бунзеном при синтезе гематита). Несмотря на это, они находят все новые и новые сферы своего применения. Направление синтеза интеркалатов этим методом интенсивно развивается три десятилетия. Работы по газотранспортному управлению составом кристаллов ведутся около 10 лет, а за методами синтеза наноразмерных объектов при помощи ХТР – будущее.

Транспортные реакции в вузе и школе

Перенос оксида железа (III)

Газотранспортный агент: HCl.

Равновесная газотранспортная реакция:

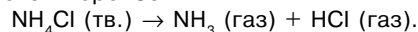


Газотранспортный реактор: стеклянная пробирка.

Химический транспорт, аналогичный синтезу гематита, можно продемонстрировать и в обычной пробирке с использованием простых реактивов. Пропускать газообразный хлороводород поточным методом над транспортируемым оксидом железа (III), как это происходит в природе, в условиях школьной лаборатории довольно сложно. Но наша цель состоит не в получении качественных кристаллов гематита (Fe_2O_3), а в демонстрации самой возможности переноса. На дно пробирки поместим немного оксида железа (III) (можно взять обычную ржавчину с железной трубы, которая при нагревании превращается в Fe_2O_3). Транспортный агент в систему введем в связанном виде. Для этого добавим соизмеримую с количеством

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

оксида железа порцию NH_4Cl и перемешаем эти вещества. Отверстие пробирки закроем кусочком ваты и нагреем смесь на открытом пламени. При этом хлорид аммония разложится, освободит транспортный агент, и начнется перенос:



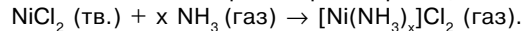
В результате некоторое количество оксида железа (III) образуется в «холодной» зоне пробирки в виде покрытия рыжего цвета.

Перенести весь исходно взятый Fe_2O_3 при такой постановке опыта не удастся, так как в холодных частях пробирки газотранспортный агент (HCl) расходуется на реакцию с газообразным аммиаком с образованием твердого NH_4Cl и хлороводород не возвращается за новыми порциями оксида железа. Но некоторую часть оксида железа (III), образующуюся в виде рыжего налета, все же удастся перенести, что явно свидетельствует о газотранспортном переносе, который невозможен без добавки транспортного агента.

Перенос нелетучего хлорида никеля (II)

Газотранспортный агент: NH_3 (аммиак).

Равновесная газотранспортная реакция:



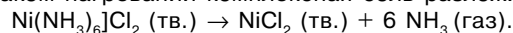
Газотранспортный реактор: термостойкая пробирка.

Нам потребуется ввести газообразный аммиак в пробирку, удалив из нее по возможности компоненты воздуха (в первую очередь кислород). Для этого введем аммиак в связанном виде. А чтобы не загрязнять транспортируемый NiCl_2 , этот компонент должен быть связан с хлоридом никеля.

Растворим в колбе хлорид никеля (II) в избытке теплого насыщенного водного раствора аммиака (работать с аммиаком и его нестойкими комплексами можно только под тягой!). Этого раствора следует взять немного, но хлорид никеля должен раствориться весь. После остывания колбы до комнатной температуры поместим ее в ледяную воду. На дно выпадут красивые фиолетовые кристаллы комплексного соединения $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$.

Если получится продукт синего цвета, то такое вещество для опыта не годится: в нем часть аммиака во внутренней сфере комплекса замещена на воду, которая будет вредна в дальнейшем эксперименте. Полученные фиолетовые кристаллы необходимо отфильтровать и тщательно высушить с помощью сухой фильтровальной бумаги. Сушка с использованием нагревания не рекомендуется по причине термической нестойкости комплекса.

Поместим небольшое количество фиолетовых кристаллов на доньшко пробирки. Закроем пробирку ватой и нагреем ее так, чтобы температура доньшка была около 400°C . Температуру можно проконтролировать при помощи цифрового вольтметра и температурного щупа (термопары), который обычно прилагается к вольтметру. При таком нагревании комплексная соль разложится:



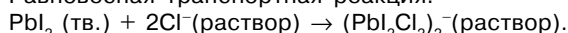
Выделится хлорид никеля, который в дальнейшем будет транспортироваться, и освободится транспортный компонент – газообразный аммиак. Последний вытеснит из пробирки находящийся там воздух и частично выйдет сам. Но это не беда, мы же знаем, что для переноса нам достаточно совсем немного транспортного агента, который можно использовать многократно. Таким образом, мы ввели в наш реактор транспортируемое вещество (NiCl_2), транспортный компонент (NH_3) и вытеснили воздух.

Продолжим нагрев хлорида никеля, увеличив до 600–650°C температуру доньшка. В более холодной части пробирки начнут образовываться желтоватые кристаллы безводного хлорида никеля. Это результат газового транспорта. Аналогичный опыт может быть проведен с хлоридом кобальта (II). В этом случае получатся голубые кристаллы безводного CoCl_2 .

Транспорт иодида свинца

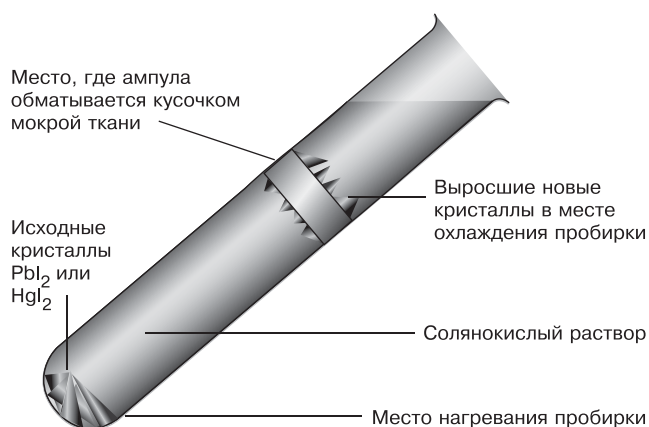
Транспортный агент: ионы Cl^- .

Равновесная транспортная реакция:



Транспортный реактор: длинная пробирка с охлаждающей повязкой из ткани.

Иодид свинца практически нерастворим в воде, но с помощью транспортной реакции его можно перемещать в пространстве. Для опыта нам потребуется приготовить иодид свинца путем обменной реакции между растворами нитрата или ацетата свинца и иодида металла. Выпавший желтый осадок PbI_2 отфильтруем и перенесем в длинную пробирку. Зальем пробирку холодным концентрированным раствором HCl в воде. Весь иодид свинца опустится на дно пробирки. Закрепим пробирку под углом примерно 45° и наложим охлаждающую «повязку» на верхнюю часть нашего реактора. В качестве повязки удобно использовать мокрый кусочек ткани.



10

Опыт с перекристаллизацией PbI_2 (HgI_2)

С помощью спиртовки нагреем нижнюю часть пробирки с исходным иодидом свинца. Через некоторое время в холодной зоне пробирки начнут выделяться кристаллы перенесенного PbI_2 .

Еще более красивые кристаллы получают при использовании в аналогичном опыте HgI_2 вместо PbI_2 . Перекристаллизация из горячей соляной кислоты по аналогичной уравнению реакции предлагалась для промышленного получения красной модификации HgI_2 – важного материала для ИК-оптики. В последнем опыте транспортная равновесная реакция реализуется в жидкой, а не газообразной среде. Но все признаки химического транспорта присутствуют: есть равновесная химическая реакция и есть перемещение вещества в пространстве.



Крупной организации,
работающей на рынке более 10 лет

ТРЕБУЮТСЯ

- ♦ Специалист для работы в сфере высокочувствительной жидкостной хроматографии.
- ♦ Специалист – системный аналитик.
- ♦ Инженер-радиотехник с опытом работы с высокопрецизионными радиотехническими устройствами.
- ♦ Начальник отдела разработки программного обеспечения. Программирование C++, Delphi 7.0 и 8.0; SQL-сервер; управление запросами, автоматизация бизнес-процессов и документооборота медицинского учреждения.

Мы заинтересованы в специалистах, обладающих глубокими профессиональными знаниями в области физики, химии, программирования, электроники, системного анализа.

Требования:

Высшее профильное образование.

Успешный опыт работы в своей профессиональной сфере.

Условия:

Оформление по ТК РФ. Высокая зарплата.

Место работы: г.Москва, Юго-Западный административный округ

Резюме с указанием названия вакансии направлять на адрес:
personal@cybermed.ru

Дополнительная информация по телефону: (495) 995-49-66



Внедрение инновационных разработок в области нанотехнологий, микробиологии, современной биохимии и биотехнологии – предмет особого внимания наших специалистов. Именно это позволяет нам оснащать как междисциплинарные, так и сложные профильные научно-поисковые исследования эргономичными материалами, максимально обеспечивающими эффективный результат пользователю.

ПРОДУКЦИЯ

- Реагенты и наборы для молекулярной биологии, геномики, протеомики, ПЦР - технологий, иммунодиагностики;
- Рестриктазы, полимеразы, нуклеиновые кислоты, системы экспрессии и трансфекции;
- Антитела и Elisa-наборы для детекции антигенов человека и животных;
- Расходные материалы и реагенты для методологий культур клеток бактерий, растений, насекомых, млекопитающих и человека;
- Питательные среды и их компоненты для научно-исследовательской, лабораторной, клинической и индустриальной микробиологии;
- Расходные материалы и реагенты для секвенирования и синтеза пептидов и их производных;
- Random и Antisense – олигонуклеотиды, постсинтетическая модификация, PAAG – электрофорез; - Флуоресцентные зонды, красители;
- Пластик от лидирующих мировых брендов: Corning Costar, Nunc&Nalgene, BD Falcon, Greiner bio-one, Sarstedt.

ЛОГИСТИКА

Развитая и структурированная сеть собственной логистики позволяет нам надежно контролировать ритмичность и сроки поставок, четко соблюдать предписанные условия транспортировки и хранения грузов, включая длительную заморозку продуктов от -20 до -80 °С, полностью исключая риск утрат потребительских свойств товара.

КОНТАКТЫ ОТДЕЛА БИОХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Тел.: (495) 728-4192, 742-8265/66,
(499) 613-2964,
Факс: (495) 742-8341
E-mail : bio@chimmed.ru
www.chimmed.ru





Художник С.Дергачев

Полиплоидия в сердце: защита

и слабость

Кандидат биологических наук

О.В.Анацкая,

кандидат биологических наук

А.Е.Виноградов

Институт цитологии РАН,
Санкт-Петербург

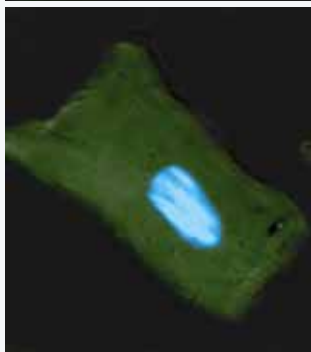
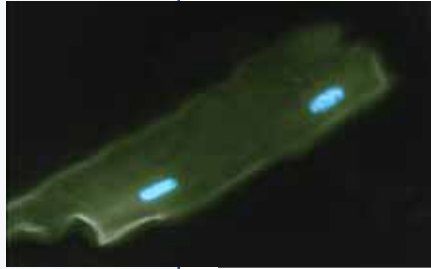
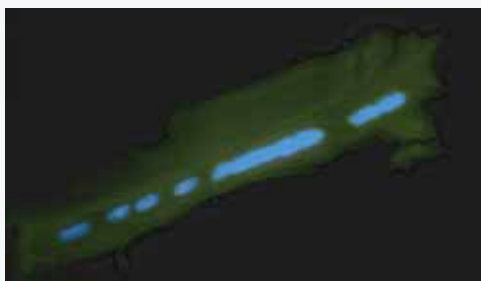
Что такое соматическая полиплоидия

Сначала несколько известных фактов. Ткани животных и растений состоят из клеток, в которых обычно содержится одно ядро. В каждом ядре, в свою очередь, находятся по две копии генома с записью наследственной информации (по одному от каждого родителя). Такие клетки называются диплоидными. Клетки размножаются с помощью деления, перед которым происходит удвоение родительских геномов.

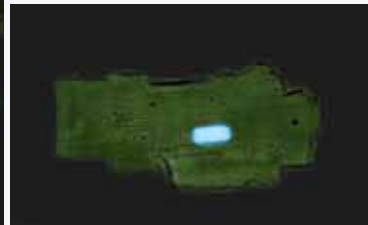
Однако бывают случаи, когда клеточное деление идет не до конца, а останавливается после удвоения генетического материала и разделения ядра. Тогда вместо двух клеток образуется одна с двумя ядрами. Возможен вариант, когда и разделения ядра не происходит, — в этом случае формируется одна клетка с крупным ядром, содержащим четыре копии генома. Если раунды незавершенных делений повторяются несколько раз, могут появляться клетки с множеством диплоидных ядер или с большим полиплоидным ядром, содержащим десятки или сотни геномов. Умножение числа геномов в клетках некоторых тканей многоклеточных организмов и называется соматической полиплоидией.

Впервые увеличение генетического материала в клетках тканей многоклеточных организмов было описано еще в середине XIX века основоположником клеточной теории Теодором Шванном. Рассматривая под микроскопом эпителий кожи лягушки, он заметил, что почти каждая вторая клетка содержит два ядра. Чуть позже, в 1865 году, другой классик клеточной биологии Рудольф Вирхов в своей знаменитой книге «Целлюлярная патология» привел изображения двуядерных и многоядерных клеток из нормальных и патологически измененных тканей человека. Впоследствии во всем мире стали появляться сведения о клетках с многочисленными и/или гигантскими ядрами в разных тканях растений и животных. В 1985 году сотрудники Института биологии развития РАН В.Я.Бродский и И.В.Урваева обобщили эти разрозненные данные в монографии и показали, что многократное дублирование генетической информации в клетках соматических тканей — явление общебиологическое. В этой работе были приведены сведения о полиплоидии в тканях мхов, лишайников, низших и высших водорослей, цветковых растений, позвоночных и беспозвоночных животных, исследована динамика полиплоидных клеток в онтогенезе позвоночных. Авторы монографии впервые сделали акцент на том, что у отдельных видов млекопитающих некоторые органы практически полностью состоят из полиплоидных клеток. Полиплоидия была обнаружена в плаценте и печени грызунов, а самое главное — в сердце человека. Оказалось, что в нашей сердечной мышце содержится до 95% полиплоидных клеток — кардиомиоцитов, содержащих 4, 8, 16 и 32 генома.

Тем не менее соматическая полиплоидия достаточно долго не привлекала особого внимания исследователей. В некоторых работах было показано, что полиплоидные клетки — это примерный эквивалент соответствующего числа диплоидных.



Клетки
с разным количеством геномов



Поэтому считалось, что умножение числа геномов не ведет к принципиальному изменению свойств клеток и, следовательно, не имеет существенного значения для физиологии органов, ими составляемых.

Новый взгляд на проблему соматической полиплоидии стал возможен в 1991 году, когда группа сотрудников Института цитологии РАН под руководством И.Л.Ерохиной обнаружила, что полиплоидный кардиомиоцит предсердия человека — совсем не то же самое, что соответствующее число диплоидных. В полиплоидных клетках было значительно снижено содержание белка в расчете на геном. Так, в ряду клеток, содержащих 2 – 4 – 8 – 16 – 32 – 64 генома, количество белка возрастало лишь как 2 – 3 – 5,8 – 7,8 – 13 – 16,8. В 1993 году этот факт подтвердили сотрудники Института биологии развития РАН под руководством В.Я.Бродского, которые исследовали кардиомиоциты желудочков человеческого сердца. Поскольку белок в кардиомиоцитах на 95% представлен миофибриллами, обеспечивающими мышечное сокращение, стало очевидно, что полиплоидия должна влиять на деятельность сердца. Однако возможность выяснить, что это за влияние, появилась относительно недавно.

Полиплоидия и потенциал работы сердца

Только в 1995 году английские физиологи С.М.Бишоп и П.Дж.Батлер показали, что весовой индекс сердца (то есть отношение его веса к весу тела) прямо пропорционален функциональным возможностям данного органа. У подвижных животных индекс сердца больше, чем у малоподвижных. Например, сердце ленивца примерно в пять раз меньше сердца собаки сходного веса, а сердце курицы — в пять раз меньше сердца орла такого же размера. Научный мир далеко не сразу осознал, что такой простой параметр может иметь столь большое значение. Но взаимосвязь между индексом сердца и потенциалом его работы была подтверждена на огромном фактическом материале — более 100 видов рыб, амфибий, рептилий, млекопитающих и птиц. Сегодня индекс сердца — общепринятый критерий физиологических возможностей данного органа.

Чтобы понять, как полиплоидия отражается на работе сердца, провели подробное межвидовое исследование позвоночных животных. Оценили среднее число геномов в кардиомиоцитах 40 видов птиц и 30 видов млекопитающих с разным индексом сердца, отвечающим за способность животных бегать, плавать и летать без кислородной задолженности.

Результаты вызвали крайнее удивление. Выяснилось, что у обитателей земли, воды и воздуха полиплоидия ассоциирована со слабым, относительно небольшим сердцем и, следо-

вательно, с малоподвижным образом жизни. Мало того что обладатели полиплоидного сердца не могут долго и активно двигаться (как это делают «атлетические» виды), их отличает повышенный риск сердечно-сосудистых заболеваний.

Например, сердце птиц у тех видов, которые не могут активно летать, весит всего 0,4–0,6% от массы тела и содержит до 24 геномов в каждой клетке. Геномы в таких кардиомиоцитах часто бывают сосредоточены в мелких диплоидных ядрах, окруженных небольшим количеством цитоплазмы. Напротив, кардиомиоциты атлетических птиц, приспособленные к длительным нагрузкам с высоким потреблением кислорода (таким, как долгие высокоскоростные полеты), практически не накапливают дополнительных геномов. Сердце летунов-рекордсменов — стрижа и сокола, способных много часов летать без отдыха в поисках пищи, временами развивая скорость до 200 км/ч, — весит 1,6% и 1,1% от массы тела и состоит в основном только из диплоидных, максимум — тетраплоидных клеток, имеющих цитоплазму с большим количеством сократительных элементов.

Среди млекопитающих наиболее полиплоидизированные кардиомиоциты обнаружили у свиньи — обладательницы самого низкого (0,25% от веса тела) индекса сердца. Известно, что именно свинья больше, чем другие млекопитающие, подвержена гипертонии и внезапному инфаркту. Примерно 70% кардиомиоцитов свиньи содержат 8–32 генома, сосредоточенных в большом количестве ядер. У других млекопитающих схожего веса с более активным образом жизни (например, у оленя с индексом сердца 0,86) преобладают тетраплоидные клетки (См. рис.).

Среди млекопитающих человек и в этом отношении занимает особое место. От других видов его отличает огромное разнообразие кардиомиоцитов по плоидности и морфологии. У одних людей клетки сердца похожи на волчьи, то есть имеют очень мощные сократительные фибриллы и небольшие ядра с 2–4 геномами. У других они напоминают олени, иными словами, имеют ядра среднего размера (с 2–4 геномами) и хорошо развитую сократительную систему. В сердце третьих клетки содержат преимущественно крупные ядра (8–32 генома). Такие клетки обычно имеют форму дубового листа. При этом люди с разными типами клеток здоровы, у них нет ярко выраженных патологий. Тем не менее различные заболевания сердца, особенно те, которые преследуют людей с детского возраста, часто ассоциированы с дополнительным накоплением геномов. Так, у хронических больных в предсердиях и желудочках кардиологи нередко регистрируют преобладание клеток с 64 и даже с 128 геномами. Парадоксально, но сократительный аппарат кардиомиоцитов с гигантским ядром вовсе не выглядит мощным. Наоборот, сократительные фибриллы таких клеток зачастую бывают слабыми.

Защита от функционального стресса

Определение содержания белка в расчете на геном и активности митохондрий — энергетических станций клетки — показало, что эти характеристики существенно снижаются при накоплении в кардиомиоцитах дополнительных геномов. При-

чем на межвидовом уровне этот эффект выражен почти в пять раз сильнее, чем внутри одного организма. У млекопитающих примерно одинакового веса с удвоением среднего числа геномов на клетку количество белка снижается приблизительно в 2,5 раза, а доля объема, занимаемая митохондриями, — в 3,2 раза. В результате кардиомиоцит волка или оленя с 4 геномами содержит примерно столько же белка и митохондрий, сколько кардиомиоцит свиньи с 16 геномами. Из-за снижения содержания белка высокоплоидные многоядерные кардиомиоциты становятся похожи на стручок гороха. Пространство клетки буквально забито ядрами, а цитоплазма образует лишь тонкий ободок. Кардиомиоциты с одним крупным полиплоидным ядром могут напоминать веретено. По мнению биофизиков, подобное явление противоречит основным принципам клеточной энергетики: клетке вроде бы незачем «кормить» все эти дополнительные ядра. Но поскольку полиплоидные клетки с такими странными физиологическими свойствами широко распространены в природе, значит, полиплоидия зачем-то нужна.

Сравнительный анализ уровня генной экспрессии в полиплоидных и диплоидных клетках позволил выяснять, для чего клеткам необходимо дублирование генетической информации. С помощью биоинформатических методов сравнили активность более чем 10000 генов. Оказалось, что полиплоидизация весьма ощутимо меняет уровень экспрессии для нескольких сотен генов. Почему это происходит? Вопрос непростой, ведь при умножении числа геномов наследственная информация не меняется. Качественный состав генов остается таким же, как и в диплоидных клетках.

Выяснилось, что регулируемые плоидностью гены меняют свою активность так, чтобы помочь клетке защититься от стрессов и неблагоприятных воздействий. Полиплоидные клетки обладают усиленной системой защиты от клеточной гибели (апоптоза), от токсических веществ, инфекций и оксидативного стресса. Вполне вероятно, что именно это и позволяет сердцу функционировать в экстремальных условиях, а снижение потенциала его работы — плата за выживание. Недаром самая высокая плоидность кардиомиоцитов была обнаружена у птиц — дальних мигрантов: гусей, лебедей, уток. Эти птицы не способны к активной аэробной (кислородно-затратной) подвижности в течение длительного времени, но при этом их организм — чудо адаптивности к высоким нагрузкам в условиях пониженного содержания кислорода. Гуси, лебеди и утки при миграциях совершают многочасовые перелеты в поистине экстремальных условиях — на высоте 8–10 тысяч метров над уровнем моря, в разреженном воздухе с содержанием кислорода менее 30% от обычного и при температуре -40°C .

Счастлиное детство — здоровое сердце?

Что же «запускает» полиплоидию? Установлено, что дополнительные геномы в кардиомиоцитах млекопитающих появляются сравнительно быстро, и не когда-нибудь, а в период молочного вскармливания, например у крысы с 7-го по 14-й день после рождения, а у свиньи — с недельного возраста до 1 месяца. У человека полиплоидизация несколько растянута во времени — от рождения до 11 лет. У птиц геномы в кардиомиоцитах накапливаются в промежутке от вылупления до созревания. Следовательно, факторы, регулирующие накопление геномов в клетках сердца взрослых животных, нужно искать в постнатальном развитии.

Авторы этой статьи детально сопоставили особенности роста, развития и образа жизни у «атлетических» и малоподвижных млекопитающих и птиц. Оказалось, что они принци-

пиально отличаются по степени самостоятельности и подвижности при появлении на свет. «Атлетические» виды (с низкоплоидным сердцем) растут быстро, имеют птенцовый тип развития, то есть рождаются незрелыми, слепыми, с неустановившимся термообменом и практически весь период активного роста остаются неподвижными. Забота об их пропитании и здоровье полностью лежит на родителях. Малоподвижные виды (с высокоплоидным сердцем) отличаются медленным ростом и выводковым развитием. С первых минут жизни они смотрят на мир широко раскрытыми глазами, активно двигаются и сами добывают себе пищу. Родители проявляют интерес к потомству лишь в самом начале, а потом практически не заботятся о нем. Очевидно, что у малоподвижных видов сердце формируется в условиях гораздо большей нагрузки, чем у «атлетических» животных.

Таким образом, сердце, имеющее высокий функциональный потенциал во взрослом состоянии, формируется при относительно небольших нагрузках и хорошем снабжении ресурсами. Сердце же с высокой плоидностью работает на пределе своих возможностей прямо с момента появления животного на свет (и в условиях недостатка ресурсов). Например, сердце свиньи и курицы перегружено в раннем развитии из-за искусственно ускоренной прибавки веса. Перегрузка сердца утиных и гусиных птиц вызвана тем, что свое первое дальнее путешествие (миграцию) они совершают, еще будучи птенцами. Дополнительная нагрузка на сердце в онтогенезе человека связана с прямохождением.

Хорошо известно, что любые нагрузки замедляют рост организма. Беспомощные и малоподвижные при рождении птенцовые птицы и млекопитающие растут в три-четыре раза быстрее, чем самостоятельные и активные выводковые животные сходного веса. Мышцы — самый крупный орган тела позвоночных, они составляют около 40% веса и потребляют наибольшее количество ресурсов. При активном движении мышцы расходуют до 90% всей энергии организма, а при умеренном — около 50%. А значит, скорость постнатального роста может служить хорошим индикатором нагрузки на растущее сердце: чем быстрее животное растет, тем меньше оно двигается и тем меньшую нагрузку испытывает на сердце.

А как влияет скорость роста на степень полиплоидизации кардиомиоцитов и индекс сердца взрослых млекопитающих? Чтобы выявить самый чувствительный период развития, проанализировали рост в разные промежутки времени.

Действительно, оказалось, что скорость роста непосредственно связана с плоидностью клеток и индексом сердца. С ускорением роста плоидность клеток снижается, а индекс сердца, наоборот, возрастает. Однако для обоих параметров важен только период, когда происходит накопление геномов в клетках. В более позднее время скорость роста, а значит, и нагрузка на сердце практически не отражаются на его формировании. Морфологические и функциональные особенности сердца на клеточном и органном уровне «программируются» одним и тем же параметром — функциональной нагрузкой, которую определяет скорость роста. «Программирование» происходит во время полиплоидизации кардиомиоцитов. Следовательно, это время и есть «критический» период в формировании сердца.

Медицинские аспекты

В какой мере закономерности, обнаруженные при межвидовом исследовании, применимы на внутривидовом уровне — к человеческим сердцам? Чтобы ответить на этот вопрос, авторы статьи совместно с сотрудниками Института цитологии РАН Т.В.Бейер и Н.В.Сидоренко изучили, как увеличение нагрузки на сердце в «критический» период роста отражается на структуре сердца взрослых животных. Повышение на-



грузки было вызвано экспериментальной инфекционной диареей и проявлялось в учащении пульса. Исследовали 10-дневных крысят, у которых в течение четырех дней экспериментально вызывали диарею разной степени тяжести. Возраст крысят соответствовал самой активной полиплоидизации кардиомиоцитов, а тип заболевания определялся тем, что оно сильно повышает нагрузку на сердце и нередко служит причиной замедления роста у детей.

Крысят заражали широко распространенным кишечным патогеном протозойной природы — *Cryptosporidium parvum*. Это заболевание особенно опасно для детей в возрасте от 0 до 10 лет с формирующимся сердцем и еще не окрепшей иммунной системой. В странах европейского региона и в Америке криптоспоридиоз регистрируют в 7% случаев обращения к врачу по поводу кишечных расстройств. В южных развивающихся странах, таких, как Индия, Таиланд и Шри-Ланка, это заболевание давно приобрело масштаб эпидемии.

Данные исследования показали, что криптоспоридиоз приводит к прекращению роста крысят и к сильной атрофии сердца. Индекс сердца у переболевших животных был на 30–40% ниже, чем у контрольных. Наблюдалось избыточное количество кардиомиоцитов с 4 и 8 геномами, появились даже клетки с 16 геномами. Содержание белка в клетках значительно снизилось (на 40–60%), кардиомиоциты имели сильно удлинённую форму, а это неизбежно приводит к уменьшению силы сердечных сокращений. Отличия как в плоидности клеток, так и в индексе сердца оставались стабильными на протяжении всего срока исследования (и на 7-й, и на 20-й день после выздоровления). Интересно, что эффект диареи проявляется по принципу «все или ничего», то есть при сильном, среднем и средне-слабом заражении он выражен примерно одинаково, а при слабом заражении эффекта практически нет. Видимо, защитные механизмы, которые справляются с нагрузкой при слабом заражении, дают сбой при сильном. Полученные данные подтвердили результаты

Работа, о которой рассказано в статье, выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 02-04-49338) и Программы Президиума РАН «Молекулярная и клеточная биология».



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

межвидовых исследований и показали, что даже небольшая дополнительная нагрузка на сердце во время «критического» периода его формирования приводит к необратимому снижению его функционального потенциала.

Таким образом, можно сделать вывод, что важную роль в полиплоидизации кардиомиоцитов играют заболевания, перенесенные ребенком в «критический» период развития сердца (то есть с рождения до 11 лет, причем наиболее опасен промежуток с 7 до 11). В этот период практически любые инфекции чреватые неприятными последствиями. Ведь нагрузка на сердце увеличивается при большинстве болезней, будь то неполадки с пищеварительной, нервной, дыхательной, мышечной, выделительной или эндокринной системой. Даже обычная ОРВИ с небольшим повышением температуры приводит к значительному учащению пульса. Сравнительные исследования показали необходимость максимальной родительской заботы в этом возрасте. В это время нужно защищать сердце ребенка при любом, даже незначительном заболевании.



Цирроз печени и митохондрии

Печальная история о том, как клетки печени пытаются противостоять циррозу.

При циррозе печени многие проблемы возникают из-за плохой работы митохондрий. В этом очередной раз убедились специалисты Института цитологии РАН, Военно-медицинской академии и НИИ экспериментальной медицины РАМН, исследовав патологические изменения в клетках больной печени. В своей работе ученые использовали оборудование программы «Материаловедение и диагностика в передовых технологиях».

Циррозы печени — болезни очень распространенные и очень опасные. Причиной их может быть вирусная инфекция или отравление (часто алкогольное). Результат во всех случаях один: цирроз — это изменение в строении и функционировании ткани печени. Значительная часть клеток печени, гепатоцитов, гибнет, а на смену им приходит соединительная ткань. Уцелевшим гепатоцитам не хватает питания и кислорода, потому что сосудистое русло печени тоже повреждается. Изменения происходят и

внутри гепатоцитов. Многие исследователи предполагали, что при циррозе печени нарушена работа митохондрий, выполняющих в клетке множество важных функций. Российские ученые внесли свой вклад в подтверждение этой гипотезы.

Исследователи работали с белыми крысами, которые регулярно дышали парами четыреххлористого углерода. Когда у них развился цирроз, ученые взяли на анализ крысиную печень и сравнили с печенью контрольных животных. Они увидели картину, типичную для цирроза. Биохимический анализ подтвердил, что гепатоциты непрерывно гибнут. За полгода отравления четыреххлористым углеродом их число сократилось на 21%. Однако оставшиеся клетки пытаются компенсировать убыль личного состава и полиплоидизируются, то есть увеличивают количество геномов, и разрастаются. В гипертрофированных клетках возрастает число органелл и сами органеллы делаются больше. Если судить по размерам и количеству хромосомных наборов, гепатоцитам удается компенсировать гибель клеток. И все же печень при циррозе плохо выполняет свои функции. Почему? В значительной степени из-за недостаточной активности митохондрий.

ИНФОРМАУКА

Хотя относительный объем митохондрий в гипертрофированных гепатоцитах заметно возрастает, скорость дыхания и образования АТФ в клетках больной печени значительно снижена. Дело в том, что все окислительные процессы происходят на внутренних мембранах митохондрий. Здоровая митохондрия буквально «заштрихована» ими. А при циррозе площадь внутренних мембран заметно сокращается, хотя сама митохондрия и раздувается как воздушный шарик. Чем быстрее образуются АТФ в митохондриях гепатоцитов, тем эффективнее эти клетки выполняют свои многочисленные функции. А поскольку при циррозе молекул АТФ не хватает, способность печени к детоксикации организма резко падает, и предпринимаемые клетками меры малоэффективны.

Хроническое отравление животных четыреххлористым углеродом воспроизводит многие признаки, характерные для цирроза человека. Значит, и у многих из нас множатся в печени клеточные геномы и раздуваются митохондрии. Увы, их усилия не могут компенсировать вред, нанесенный печени ее обладателем.

Н.Л.Резник

Долгая дорога к Марсу

О.В.Волошин,
ГНЦ ИМБП РАН

Пилотируемый полет на Марс, который может состояться в 20—30-х годах XXI века, неизбежно ставит перед учеными множество вопросов, связанных с безопасностью миссии. Ответы на некоторые из них необходимо получить еще на Земле, проведя так называемые модельные эксперименты.

У людей, далеких от проблем космонавтики, может возникнуть резонный вопрос: как так, в космос летаем уже почти 50 лет, и вроде все живы-здоровы, зачем же еще проводить какие-то эксперименты? Так-то оно так, но пока что все полеты, включая полугодавое пребывание Валерия Полякова на борту станции «Мир», проходили в непосредственной близости от Земли. Даже когда американские астронавты высадились на Луну, они все равно были «рядом» с домом, да и длительность полета не превышала нескольких недель.

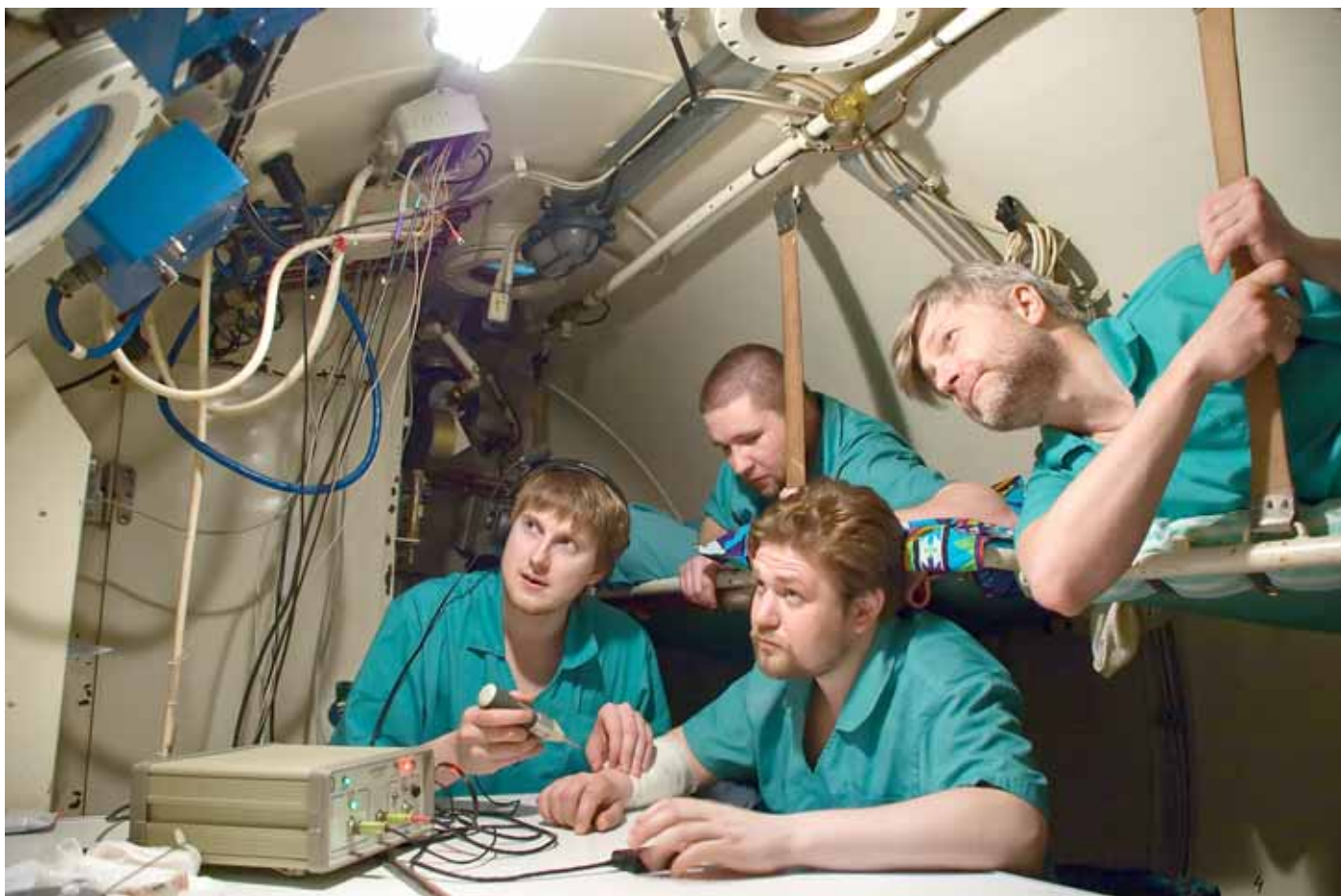
Межпланетные перелеты коренным образом отличаются от орби-



тальных — в них экипаж будет находиться в полностью автономном режиме. Обычному читателю подобное заявление может показаться странным: а разве на орбите как-то иначе? Да, иначе. Космонавты на станции работают в тесном сотрудничестве с работниками наземных центров управления полетом (ЦУПов), и сказать, что кто-то из них главнее, нельзя. Можно привести аналогию с работой городского транспорта, где

*Шлюзование.
Во время эксперимента передать что-либо из барокамеры или в барокамеру можно только через специальный шлюз, который позволяет избежать перепадов давления или изменения состава атмосферы внутри объекта*

Эксперимент по определению порога болевой чувствительности (алгометрия). Вид изнутри камеры





*Эксперимент по алгометрии:
вид через иллюминатор*

Исследователи общаются с испытуемыми по громкой связи. Но поскольку аппаратура подключена к компьютерам, расположенным снаружи барокамеры, экспериментатор получает данные мгновенно: это позволяет при необходимости корректировать условия исследования. На снимке, кроме компьютерного пульта, хорошо видны входной люк, люк иллюзоровой камеры (с манометром) и иллюминатор

водитель и диспетчер неразрывно связаны друг с другом. Мелкие проблемы решает водитель на месте своими силами, а общие вопросы решаются только в диспетчерской.

При полете на Марс все будет по-другому: за наземным ЦУПом останется только совещательная функция, а все решения (в том числе и жизненно важные) будут принимать непосредственно капитан корабля и его команда. Однако самое главное отличие межпланетного перелета — невозможно будет допустить что-либо на борт. С собой придется



ЭКСПЕРИМЕНТ

брать все, начиная от вещей и еды и заканчивая атмосферой.

Это означает, что на Земле нужно предусмотреть все (или почти все) трудности и проблемы, с которыми могут столкнуться космонавты. Одна из самых серьезных проблем — пожар на борту корабля. Он может быть для экипажа смертельным, так как в замкнутом пространстве опасен не только сам огонь, но и токсичные продукты горения.

В истории космонавтики, к сожалению, подобные случаи бывали. Две наиболее известных — в 1961 году, когда во время плановых тренировок в сурдобарокамере Валентин Бондаренко, советский кандидат в космонавты, получил ожоги, несовместимые с жизнью, и в 1967-м, когда во время наземных тренировок по программе «Аполлон» сгорел в кабине корабля американский астронавт



Вирджил Гриссом. Да и пожар на станции «Мир» в 1997 году (по счастью, он обошелся без жертв) до сих пор свеж в памяти.

Известная в медицине аксиома «профилактика – лучшее лечение» работает и здесь: вместо того чтобы тушить пожар и бороться с его последствиями, лучше предупредить его возникновение. Один из способов такой профилактики – снижение концентрации кислорода в атмосфере. Чем она ниже, тем с меньшей вероятностью происходит возгорание. Следовательно, нужна газовая среда, пригодная для активной жизнедеятельности человека и в то же время не поддерживающая горение.

Разработки подобных сред ведутся достаточно давно, и одной из наиболее перспективных оказалась среда с высоким содержанием инертного газа аргона (кислородно-азотно-аргоновая среда, КААрСр). К наиболее интересным особенностям аргона относится то обстоятельство, что, кроме собственно пожаротушающего эффекта, он обладает еще и антигипоксическими свойствами (в отличие от того же CO_2). Если же вернуться к началу статьи и вспомнить про пилотируемую миссию на Марс, то станет ясно, что аргон перспективен вдвойне – ведь он содержится в атмосфере Красной планеты. Значит, можно не брать с собой запасы ар-



гона на обратную дорогу, а пополнить их непосредственно на Марсе.

Эксперимент, проведенный в ИМБП РАН (в отделе барофизиологии и водолазной медицины; научный руководитель эксперимента – А.И.Дьяченко) в рамках программы «Марс-500»,

Эксперимент закончен, испыатели выходят из объекта

Александр Суворов, ответственный врач эксперимента, проводит обязательный медицинский контроль испыателей после завершения эксперимента



Для достижения наилучших результатов испытатели и экспериментаторы должны полностью доверять друг другу, работать единой командой.

На снимке (слева направо, сверху вниз): И.Герасимец, студент МГОПУ им. М.А.Шолохова, геоботаник; Д.Петров, инженер; А.И.Дьяченко, научный руководитель эксперимента; А.В.Суворов, ответственный врач эксперимента; Р.Черногоров, врач; П.Эссаулов, инженер

Так выглядит пульт управления подачей газовых смесей в барокамеру



в отделе барофизиологии и водолазной медицины Института медико-биологических проблем, как раз и был поставлен для того, чтобы проверить, как отреагирует организм человека на длительное пребывание в такой гипоксической среде. Конечно, это не первое исследование данного вопроса — с 1996 по 2003 год в институте было проведено несколько аналогичных исследований, однако любые новые вводные требует дополнительных исследований для уточнения.

Среди задач эксперимента — определение психической и физической работоспособности испытуемых, изучение газознергообмена (потребления O_2 и выделения CO_2), оценка гематологических, метаболических и иммунологических показателей крови, исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы в покое и при выполнении физической работы различной интенсивности, а также изучение влияния длительного пребывания в КААрСр на болевую чувствительность человека (последнее важно при разработке обезболивающих средств).

В эксперименте принимали участие четверо мужчин-добровольцев, прошедших специальную медицинскую комиссию (в данном случае — водолазную). Среди обязательных



И до, и после эксперимента в барокамеру (она же «бочка») можно заходить только без обуви

требований любого эксперимента с участием людей — одобрение биоэтической комиссии и необходимость подписания так называемого информированного согласия на участие, где детально расписаны методики и процедуры. С юридической точки зрения это договор, и его подписание означает среди прочего и то, что участник обязуется соблюдать рамки, устанавливаемые экспериментом. Например, строгий распорядок дня, расписанный буквально по минутам, — в противном случае провести все необходимые исследова-



ЭКСПЕРИМЕНТ

ния было бы невозможно. Это вовсе не означает, что у испытуемого нет свободы воли, — специально оговорено, что он имеет право добровольно покинуть эксперимент в любое время и без объяснения причин.

За время эксперимента (который продолжался чуть меньше 10 суток) состав атмосферы внутри барокамеры менялся несколько раз. В течение первых шести дней он был постоянным: O_2 — 13%, Ar — 54%, N_2 — 32%. Из-за повышенного давления процент содержания кислорода по парциальному давлению соответствовал привычной нам атмосфере, то есть в эти шесть дней атмосфера в объекте была нормоксической. (Повышенное давление было необходимо: оно позволяет избежать проникновения внутрь посторонних газов и примесей и сохраняет тем самым чистоту эксперимента.) На седьмые сутки содержание кислорода уменьшали до 9,9%, при этом повышая содержание азота — до 35,2%. К концу девятых суток содержание кислорода повышали до 21%, постепенно снижая давление внутри барокамеры, которое, повторяем, было выше атмосферного и соответствовало спуску на глубину 5 м. По окончании эксперимента испытуемые в обязательном порядке проходят плановый медицинский осмотр.

Об итогах говорить пока преждевременно: по словам организаторов эксперимента, результаты опубликуют не раньше конца сентября. Однако можно предположить, что они будут применены на практике гораздо раньше предполагаемого полета к Марсу (который может состояться не ранее 2020 года), например при создании пожаробезопасной атмосферы внутри подводных лодок, водолазных баз или военных бункеров.

Автор благодарит Александра Дьяченко и Юлию Попову за помощь в подготовке материала

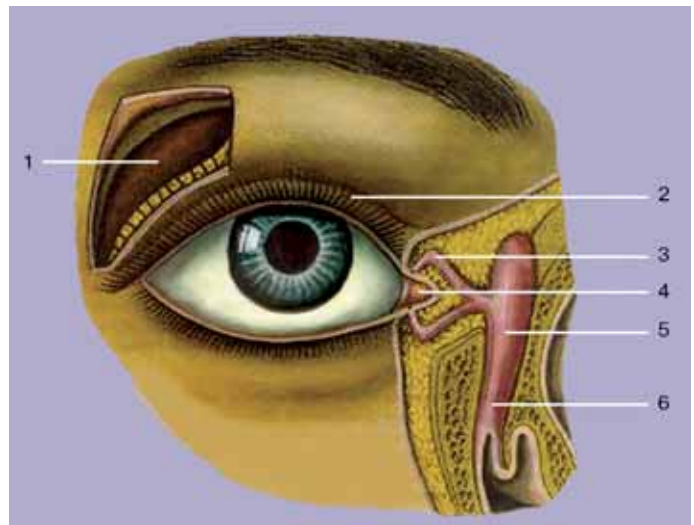
Все фото: О.В.Волошин, архив ИМБП



Жизнь в слезах

Если романтический герой обещает осушить слезы своей возлюбленной, его слова следует воспринимать как угрозу. У здорового человека слезы текут постоянно, а тем, чьи глаза патологически сухи, приходится использовать искусственные заменители или, в тяжелых случаях, пересаживать в полость конъюнктивы слюнную железу. Ее продукт по составу напоминает слезную жидкость, но различия все же есть. Так что лучше пусть в глазах будут слезы.

И раз мы заговорили о слезном течении, давайте проследим его путь. Слезная жидкость образуется в слезных железах. Самая большая расположена в верхненаружной части глазницы, а в конъюнктиве глаз есть железы поменьше. Через свод конъюнктивы слезы поступают в глаз и тонкой пленкой стекают вниз по передней поверхности глазного яблока. Часть жидкости по пути испаряется, а часть попадает в щель между внутренней поверхностью нижнего века и глазным яблоком, которая носит поэтическое название «слезный ручей». Как и положено, ручей впадает в озеро, слезное, естественно, расположенное во внутреннем углу глаза. На дне



в одной небольшой капле примерно 20 мкл.) Но это средняя скорость, которая с возрастом меняется. Слезные железы пятнадцатилетнего человека вырабатывают не менее 2 мкл/мин, а в 65 лет – менее 1 мкл. Мигание помогает покрыть столь малым количеством влаги всю наружную поверхность глаза. При этом слезная пленка распределена по глазной поверхности неравномерно: по краям век формируется выраженный мениск. Объем слезной жидкости в области мениска равен примерно 3 мкл, на покрытие роговицы уходит около 1 мкл, и еще 3–4 мкл равномерно распределены по поверхности конъюнктивы. Полная смена слезной жидкости происходит за 5–6 минут.

В нашем рационально устроенном организме всякий компонент выполняет несколько функций. Так и слезы. Они предохраняют роговицу и конъюнктиву от высыхания, поддерживают ее нормальную преломляющую способность и одновременно служат смазкой между глазным яблоком и веками. Кроме того, слезная жидкость по мере возможностей поддерживает глаз в здоровом состоянии и питает глазную поверхность. По понятным причинам кровь снабжает питательными веществами и кислородом только непрозрачные элементы глаза. Роговица, передняя глазная камера, хрусталик и стекловидное тело получают все необходимое через жидкую водную среду глазного яблока, которая, однако, не достигает поверхности глаза. Ее подпитывают слезы.

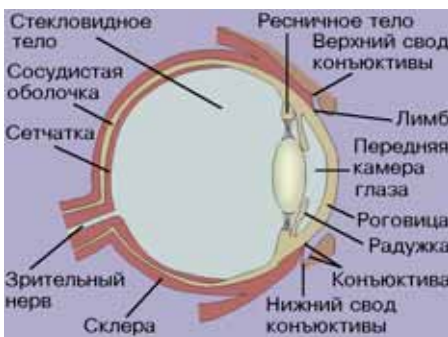
Для выполнения всех этих задач хватает обычной слезной нормы. Но иногда жидкость из глаз начинает течь обильнее. Это происходит, если надо смыть с поверхности глаза и из конъюнктивального мешка микробы, мелкие инородные тела и отмершие клетки. Инородное тело, попавшее между веками и глазом, раздражает механорецепторы роговицы и конъюнктивы, связанные с волокнами тройничного нерва. В результате секреция слезной жидко-

2
Это слезный аппарат правого глаза: 1 — слезная железа, 2 — верхнее веко, 3 — слезный каналец, 4 — слезное озеро, 5 — слезный мешок, 6 — носослезный проток

сти рефлекторно увеличивается, и она вымывает инородное тело. Если понадобится, слезный ручей может вместить 24 мкл, а затем слезы выходят из берегов и струятся по щекам. Текут они и в том случае, когда глаз раздражен ярким светом, холодом, резким ветром или едкими газами и жидкостями. Рефлекторное слезоотделение свойственно всем позвоночным, проводящим хотя бы часть жизни на суше, за исключением змей, чьи глаза надежно защищены сросшимися прозрачными веками. Но плакать «от чувств» может только человек.

Понятно, что простая соленая водичка не в состоянии выполнять все вышеперечисленные функции. И действительно, покрывающая роговицу слезная пленка представляет собой, вероятно, самую структурированную жидкость в организме. Несмотря на свою малую толщину, 6–10 мкм, она имеет трехслойную структуру. Снизу находится слизистый, или муциновый, слой. Его формируют бокаловидные клетки конъюнктивы. Муциновый слой придает гидрофильность наружной поверхности глазного яблока, благодаря чему оно и удерживает слезную пленку. Кроме того, слизь участвует в удалении загрязнений. В состав слизи входят высокомолекулярные гликопротеины, а также иммуноглобулин А, лизоцим и лактоферрин, что придает ей бактерицидные свойства. Проникают в муциновый слой и многие из компонентов следующего слоя, водного, поскольку между ними нет четкой границы.

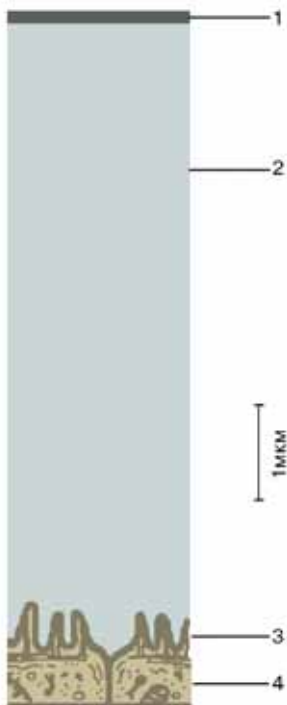
Водный слой составляет примерно 98% всей толщины слезной пленки. Это и есть продукция слезных желез. Пусть никого не вводит в заблуждение его прозрачность: в слезах растворена масса



1
Строение глаза — своеобразная карта местности. При чтении статьи сверяйтесь с ней

озера находятся верхняя и нижняя слезные точки. Через эти дырочки жидкость утекает в слезные каналы, а оттуда в слезный мешок и в носослезный канал, который открывается в полость носа под нижней носовой раковиной. Поэтому когда мы режем, у нас течет из носа.

В глазу постоянно находится около 7 мкл слез, которые поступают туда со скоростью 1,2 мкл/мин. (Для сравне-



3

*Трехслойная структура слезной пленки:
1 — липидный слой, 2 — водный слой,
3 — слой слизи, 4 — эпителий роговицы*



ЗДОРОВЬЕ

веществ, о которых мы поговорим чуть позже. Среди них есть и неорганические электролиты, и органика.

Покрывает слезную пленку липидный слой. Жирные кислоты и холестерин, входящие в его состав, вырабатывают специальные мейбомиевые, или тарзальные, железы, расположенные в толще хрящей век. Судя по тому, что мейбомиевых желез много и они довольно крупные, глаз испытывает большую нужду в липидном слое. Липиды предотвращают переувлажнение кожи век и сдерживают слезотечение, уменьшают испарение слез и повышают стабильность слезной пленки, укрепляя водянистый слой полярными липидными молекулами. А еще липидный слой смазывает края век и не позволяет слезной жидкости вытекать.

Слезная жидкость — это многокомпонентный секрет. Часть компонентов поступает из сыворотки крови, часть вырабатывает слезная железа. Слезы содержат неорганические элементы, главные из которых — натрий, хлор и калий. Концентрация натрия в водной фазе слезной пленки такая же, что и в сыворотке крови, а концентрация калия в 5—6 раз выше. Остальные элементы присутствуют в небольшом количестве. В слезной жидкости обнаружили также ионы хлора, кальция, меди, цинка, железа, марганца, бария, серебра, сурьмы, хрома, стронция. Ионы металлов обеспечивают кислотно-щелочное равновесие и осмотический гомеостаз слезы. Они также входят в состав слезных ферментов, местных гормонов и других биологически активных веществ, отвечающих за регуляцию метаболизма.

Среди органических веществ слезной жидкости преобладают белки, как сы-

вороточные, так и не сывороточные. Их общая концентрация составляет 20 г/л. К настоящему времени ученые определили в слезе 60 фракций белка, в основном альбумины и глобулины, а также продукты белкового обмена — мочевины и креатинин. Наряду с белками слезная жидкость содержит около 20 аминокислот, причем их уровень в 3—4 раза выше, чем в сыворотке крови. Среди белков преобладают иммуноглобулин А, лизоцим, лактоферрин, альбумин и специфический преальбумин. Из огромного перечня других белков следует упомянуть иммуноглобулины G, M, D и E, гистамин и массу ферментов, соотношение и активность которых меняются в зависимости от состояния здоровья глаза (медики сейчас активно разрабатывают методы слезной диагностики). Например, при воспалительных заболеваниях в слезах появляются медиаторы воспаления и белки плазмы крови: трансферрин, С-реактивный белок, гаптоглобин, а также интерферон, серотонин и некоторые другие.

В состав слезной жидкости также входят медиаторы вегетативной нервной системы — адреналин, норадреналин, ацетилхолин, диоксифенилаланин, дофамин, простагландины групп E и F, тироксин, триодтиронин, витамины A и C. Есть в слезах и компоненты системы гемостаза, в том числе продукты деградации фибриногена, тромбопластин, активаторы и проактиваторы плазминогена и сам плазминоген, а еще такие ферменты, как оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, синтетазы, дегидрогеназы и многие другие. Так что слезные белки активнейшим образом участвуют в иммунологических и ферментативных реакциях и обладают бактерицидным и бактериостатическим действием. А еще они обеспечивают нормальную кислотность и осмотическое давление жидкости. (Кстати, слезный pH равен примерно 7,6, но чем дольше веки остаются открытыми, тем щелочнее становится слеза.)

Из всех белков слезной жидкости лучше всех изучены те, которые обеспечивают неспецифическую защиту. Самый знаменитый из них — лизоцим. Этот антибактериальный фермент не специфичен для слез; он широко распространен во многих тканях и тканевых жидкостях

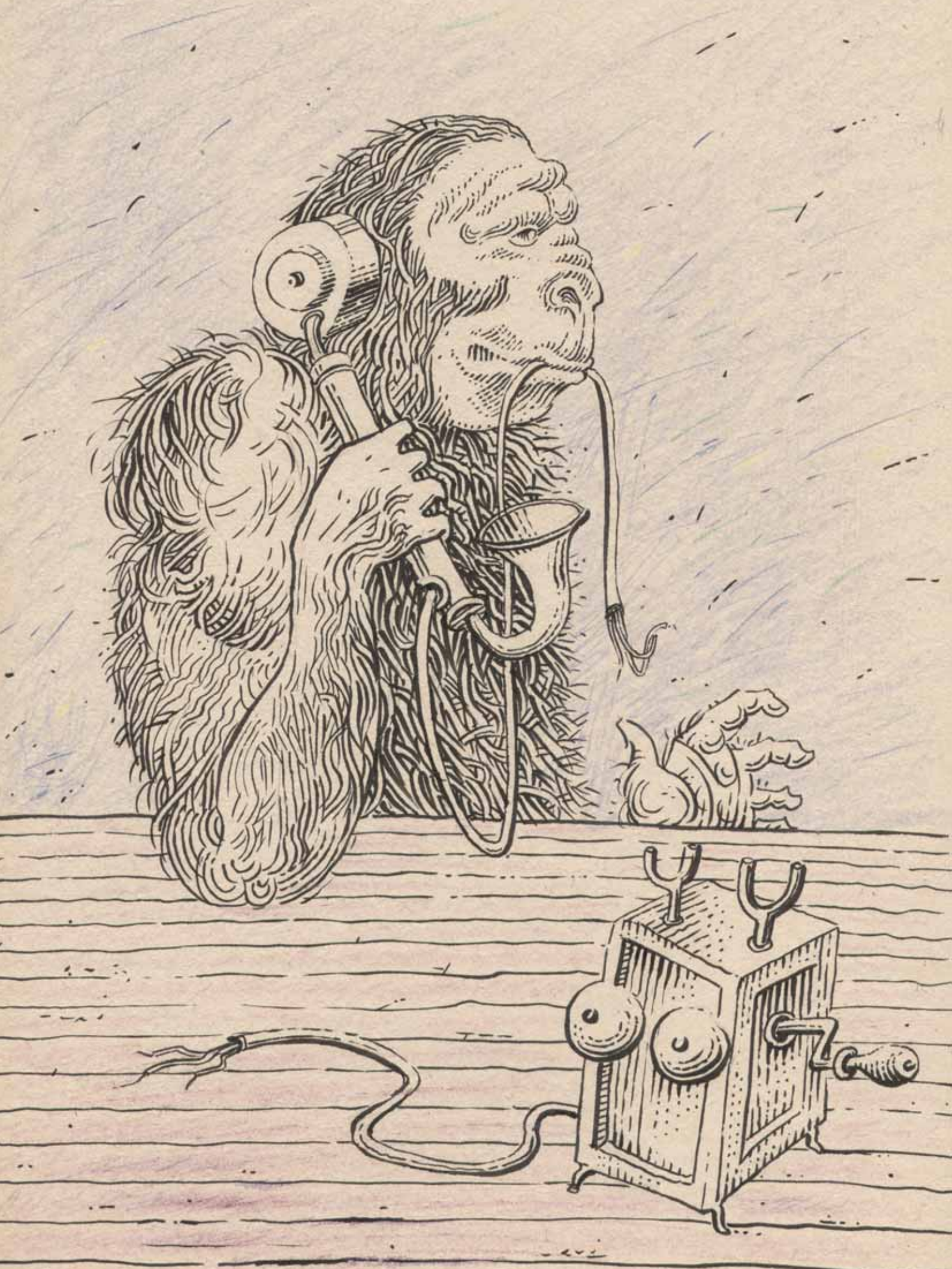
человека и животных. Впервые лизоцим обнаружил Ян Флеминг в 1922 году и продемонстрировал его антибактериальное действие. Флеминг же показал, что содержание лизоцима в слезах примерно в тысячу раз выше, чем в сыворотке. Это происходит потому, что слезные железы не только концентрируют и выделяют лизоцим из крови, но также синтезируют его сами. Лизоцим расщепляет в 1,4-гликозидные связи в полисахаридах клеточной стенки различных микроорганизмов. Однако действует он только на ограниченное число видов бактерий, которые в большинстве своем непатогенны. Поэтому высокую концентрацию лизоцима в слезах нельзя объяснить только его антибактериальным действием.

Так получилось, что именно лизоцим больше всего досаждал обладателям мягких контактных линз. Гидрогель, из которого сделаны мягкие линзы, постепенно покрывается слезными белками, и линзы приходят в негодность. Компактная и подвижная молекула лизоцима проникает в гидрогель с легкостью — на лизоцим приходится около 70% всех белков, осевших на контактных линзах.

Помимо белков, слезная жидкость содержит липиды, холестерин, холестероиды, триацил-, диацил- и моноацилглицериды, свободные жирные кислоты, фосфолипиды и другие продукты обмена жиров, в концентрациях близких к таковым в плазме крови. Из углеводов и продуктов их обмена медики обращают основное внимание на глюкозу. Обычно она присутствует в слезах в очень низких концентрациях, но при сахарном диабете ее содержание возрастает. Поскольку слезы легко собирать, концентрация в них глюкозы — хороший диагностический признак.

Так что слезная жидкость — это не признак болезни, горя или слабости, а структурированная, многокомпонентная биологическая система, в которой активно протекают разнообразные метаболические, иммунологические, регуляторные и защитные процессы и множество биохимических реакций. Не надо осушать слезы или стыдиться их. Живите в слезах.

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник



Разум — продукт общения?

Е.Клещенко



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Мы и другие обезьяны

Одна из великих тайн биологии: что же, в конце концов, отличает человека от других высших приматов? Отличие есть, и очень заметное, но непросто сказать, что определяет его на биологическом уровне. Почему нас миллиарды, а других высших приматов приходится охранять от полного истребления? Почему мы читаем книги и гуляем по Интернету, а шимпанзе общаются с помощью мимики и звуков? Почему у самого никчемного человека на обед курица гриль и овощной салатик, а у старого и мудрого самца гориллы — свежесорванные листья? Короче говоря, что сделало нас царями природы, тогда как наши ближайшие родичи остались частями биоразнообразия?

О том, сколь незначительно различие между геномами человека и шимпанзе, «Химия и жизнь» писала не раз. Интеллектуальные способности человекообразных обезьян в XX веке исследовались достаточно успешно — и оказались не такими уж маленькими. Взять хотя бы знаменитую книгу Н.Н.Ладыгиной-Котс «Дитя шимпанзе и дитя человека» (1935), в которой она сравнивала, как развивались ее сын и шимпанзенок Иони. Было еще несколько подобных экспериментов с обезьянышами, выращенными людьми: супруги Келлогги и Гуа, Хейсы и Вики... Все исследователи отмечали, что «стартовые условия» у наших родных и приемных детенышей примерно одинаковы. На ранних этапах обезьяныши иногда даже опережают мальчиков и девочек в решении логических задач — однако, выйдя из ясельного возраста, человечьи детеныши резко вырываются вперед, и успехи их становятся недостижимы для шимпанзе и горилл. Почему?

Решать логические и математические задачи, как известно, умеют не только приматы, но и другие млекопитающие, и даже птицы. Долгое время считалось, что основное отличие нашего вида — владение речью. Действительно, обучить обезьян человеческому языку невозможно хотя бы потому, что у них совершенно иначе устроен голосовой аппарат. Обезьяны, живущие в англоязычных семьях, произносили отдельные слова вроде *cup* — «чашка» или *right now* — «сейчас же», и дальше дело не шло. Однако позиции сторонников уникальности человеческой речи сильно поколебали обезьяны, изучающие в эксперименте язык символов: шимпанзе Уошо, овладевшая амсленом — языком глухонемых, Канзи и другие карликовые шимпанзе-бонобо, оперирующие разноцветными лексиграмммами языка йеркиш («Химия и жизнь», 2006, № 12)... В подобных опытах участвуют также гориллы и орангутаны: может быть, именно компьютерные достижения последних побудили программистов создать шуточный язык Оок! — в честь любимого и единственного слова орангутана-библиотекаря из романов Терри Пратчетта.

Шутки шутками, но хотя человекообразные обезьяны и не способны произносить слова, как мы, у них достаточно ума, чтобы пользоваться второй сигнальной системой. Они в состоянии отделять понятие от предмета (например, им ясно, что «собака» — это не только конкретный Рекс, а общее название всех этих шумных четвероногих), выражать с помощью слов свои чувства, правильно воспринимать грамматический строй фразы, не путая подлежащее с дополнением.

Может, этого и недостаточно, чтобы руководить библиотекой, но для начальной стадии эволюции разума — как будто в самый раз? Придумали бы пальцевый язык, аналогичный амслену, и зажили бы по-людски... Не значит ли это, что им помешало что-то другое?

Предположение, что обезьяны, в отличие от людей, не используют орудия труда, разрушили наблюдения за ними в природе. А уж в экспериментах с добыванием банана, спрятанного вредными учеными, отдельные индивиды показывали просто необыкновенное хитроумие. Со временем гипотезу уточнили: обезьяны якобы используют готовые орудия или же обрабатывают ветку либо палку руками, зубами, но никак не другим предметом. Эту гипотезу погубил Канзи, который показал исследователям, как толковая обезьяна изготавливает каменные осколки с острым краем, подобные орудиям первобытных людей. Другое дело, что хитрющий бонобо терпеть не мог стучать тяжелым камнем по камню: предпочитал класть один булыжник на землю и бросать на него второй, после чего выбирал самый острый осколок и мчался перепливать веревку, удерживающую крышку на ящике с лакомством. Но это скорее говорит о высоком интеллекте.

Так чего же им, в самом деле, не хватает? Почему они не стали людьми в процессе эволюции?

Улыбка младенца

Интересный ответ предлагает Майкл Томаселло, специалист по психологии развития, американец по рождению, в настоящее время один из директоров Института эволюционной антропологии имени Макса Планка в Лейпциге. Об этом он прочел лекцию 23 июня 2008 года на Третьей Международной конференции по когнитивной науке, которую провели в Москве Институт психологии РАН, Межрегиональная ассоциация когнитивных исследований (МАКИ) и Центр развития русского языка. Томаселло посвятил свою лекцию памяти выдающегося советского психолога Л.С.Выготского, чьи идеи он высоко ценит.

По мнению Томаселло и его коллег, это «маленькое различие, которое влечет за собой большое», это трудно определимое наше преимущество над всем остальным животным миром связано с умением людей общаться. А объектом исследования он выбрал маленьких детей — ведь каждый из них проходит тот путь, который когда-то преодолело все человечество.

Первый шаг на пути к человеку, как утверждает Томаселло, — интерес к окружающим, сначала к самым простым эмоциональным и поведенческим реакциям. В возрасте нескольких месяцев ребенок начинает присматриваться к людям — отслеживает направление взгляда матери, замечает ее улыбку или огорчение. Приходит и умение отвечать улыбкой на улыбку, смотреть туда, куда смотрит взрослый. Формирующийся разум обогащается представлением о других людях, которые видят и чувствуют, как и я сам. Ребенок начинает общаться со взрослыми (специалисты называют это протодиалогом): обмениваться взглядами, прикосновениями, улыбками и нечленораздельными звуками. По-видимому, это «сюсюканье», раздражающее рационалистов, имеет важное значение в развитии ребенка. По сути, это уже и есть самый

первый обмен информацией: у меня и у тебя все хорошо, мы свои, мы любим друг друга.

К девяти месяцам перед ребенком открываются новые горизонты: он понимает, что окружающие не просто так мельтешат перед глазами, а выполняют действия с определенной целью. Это подтверждают простейшие опыты: например, показано, что младенцы явно негодуют, если экспериментатор держит в руке игрушку и не дает ребенку просто из вредности, но проявляют меньше нетерпения, если взрослый роняет игрушку или не может вытащить ее из коробки, хотя и старается. (У шестимесячных детей такой способности «входить в положение», по-видимому, еще нет.) На десятом месяце жизни ребенок начинает понимать, удалось ли другому человеку добиться, чего он хотел, или дело кончилось неудачей — даже если цель действия непонятна для ребенка. Томаселло особо подчеркивает, что важную роль здесь играет умение предыдущего этапа — распознавать эмоции по мимике и жестам. С точки зрения младенца падение сырого яйца на пол — событие нейтральное или даже радостное, и, только наблюдая мамину реакцию, он может заключить, что назначение яйца вообще-то было иным.

В этом же возрасте, с девяти месяцев до года, дети начинают играть в совместные игры: вместе со взрослым они могут строить башню из кубиков, катать друг другу мячик, причем ребенок соотносит свои действия с действиями другого. У каждого своя роль, а результат общий.

О совместной работе и пользе сплетен

Наконец, с года до полутора человеческий детеныш поднимается на следующую ступень. Он уже не только выполняет свою часть работы, но и «присматривает», чтобы партнер выполнял свою. Во время лекции Майкл Томаселло показал короткий ролик, который вызвал смех в зале, хотя это и была запись серьезного научного эксперимента. Ребенок и взрослый подбрасывают и перекачивают мячик на батуте, который держат за оба края. Потом взрослый отпускает свой край. Ребенок пытается сам сделать так, чтобы мячик прыгал, а потом тянется к руке взрослого и кладет ее на батут: дескать, работай, чего отлыниваешь?

Более того, ребенок начинает понимать, что собирается делать другой человек, чтобы достичь определенного результата. И по собственному побуждению включается в эту деятельность. Вот еще один опыт, выполненный сотрудниками Томаселло. Экспериментатор носит в пустой шкаф толстые пачки журналов, ребенок наблюдает. Дверца шкафа «случайно» закрывается, взрослый с занятыми руками тычется в нее — ребенок подбегает и распахивает дверцы!

Кажется, пустяк, но этого не сделает ни одно животное в мире. Ребенок не только разобрался в логике происходящего, не только по собственному почину пришел на помощь — это действие было совершенно бескорыстным, альтруистичным. Ни игрушки, ни конфеты в опыте не фигурировали, маленький человек сделал это просто потому, что ему захотелось. Другим людям надо помогать, мы все так поступаем. Похоже, что больше ни у одного биологического вида таких порывов не наблюдается.

После года у детей появляется еще одно «странное» стремление: они начинают делиться впечатлениями. Малыш издаст призывные звуки, восклицает «баба!» и тянется к потолку (где сидит, конечно, не бабушка, а бабочка). Вполне возможно, ребенок не хочет получить эту бабочку. Ему нужно только добиться, чтобы окружающие тоже ее увидели и по возможности эмоционально отреагировали — «сказали: о, круто, вау!», пояснил американский психолог. Почему-то это очень важно. В других случаях ребенок сам указывает взрослому, где находится нужная тому вещь.

Известно, что с информацией у нашего вида особые отношения. Мы любим собирать ее и распространять, даже тог-

да, когда информация лично для нас бесполезна. Говоря об этой форме активности, ученые без стеснения употребляют слово «gossiping» — сплетничанье. «Мир посмотреть и себя показать», точнее, послушать и поговорить — вот одна из главных страстей человечества. За ее счет существуют СМИ и Живой журнал, она заставляет людей писать и читать книги, устраивать научные конференции. Понятно, что любопытство и его удовлетворение — вещи в целом полезные, но, честно говоря, мы предаемся различным способам информационного обмена не ради презренной пользы. Есть в этой страсти какой-то первобытный азарт, как в охоте или собирании грибов.

А что же с обезьянами? Неужели они, такие умные, всего этого не могут?

Грустные маленькие обезьянки

Шимпанзе тоже неплохо соображают, нарочно ли человек не дает им лакомство, или ему что-то мешает, и во втором случае, как и дети, ведут себя терпеливее. У них имеется и представление о том, куда посмотрит другой шимпанзе, что он видит и чего не видит: подчиненная особь скорее схватит тот кусочек, который не попадает в поле зрения обезьяны более высокого ранга. (А вот, например, мартышки таких тонкостей не понимают.)

Человекообразные мамы обмениваются взглядами и улыбками с детенышами, однако совместного агуканья и гуления у них не бывает. И вообще, по мнению Томаселло с коллегами, человеческие женщины и младенцы демонстрируют куда более обширную палитру эмоций, в первую очередь позитивных. Есть данные, что в возрасте полутора лет люди, шимпанзе и бонобо, играя, одинаково поглядывают на находящиеся рядом взрослых. Однако наши дети фиксируют взгляд на лице взрослого примерно в два раза дольше и чаще при этом улыбаются, тогда как обезьянки остаются серьезными: им важно проверить, чем занят старший, но не разделить с ним хорошее настроение. Вот и различие, более отчетливое, чем в тестах на сообразительность: маленькие люди улыбкивы, дети-шимпы по сравнению с ними мрачноваты.

(Кстати, не потому ли так тяжело видеть серьезные лица детишек из детдомов или «горячих точек», пусть даже они выглядят здоровыми и не плачут? Если ребенок, улыбающийся взрослому, — не слащавый штамп, а норма нашего вида, отличительный признак человека, и кто-то хорошо потрудился, чтобы эту норму сломать...)

Удивительно, но и опыт с мячом и батутом, аналогичный тому, о котором мы рассказали выше, закончился неудачей, когда на место младенца посадили шимпанзе. То же самое было и в других похожих опытах. Дать понять напарнику, чтобы он выполнил свою часть работы, и совместными усилиями добиться результата — это задание оказалось чересчур сложным для шимпанзе, несмотря на всю их сообразительность и высокую социальность.

В такой результат даже трудно поверить. Ведь «говорящие» обезьяны уверенно участвовали в таких сложных коллективных занятиях, как, например, приготовление пищи! Однако Уошо, Канзи и их «коллеги» все же принадлежат к особой категории живых существ, они не такие, как другие обезьяны. (Они и сами так считают: Уошо и Вики без колебаний относили себя к людям.) А что касается диких шимпанзе, то, по мнению Томаселло, во всех случаях, когда они что-то «делают вместе» — скажем, охотятся или переворачивают большой камень, — на самом деле они просто одновременно делают одно и то же. Их намерения в данный момент совпадают, но координировать свои действия во имя общей цели они не могут.

Следует ли говорить о «врожденной социальности» человеческих детей? Несомненно, социальность в генах не заложена — в том смысле, что для развития навыков общения и

взаимопомощи абсолютно необходима нормальная среда. Дети, выращенные в изоляции от других людей, не становятся в полной мере людьми. Но ведь и шимпанзе, выращенные заботливыми приемными родителями, людьми не становятся! А кроме того, к сожалению, даже самые продуманные программы реабилитации не в состоянии помочь детям с тяжелыми формами аутизма.

Группа Томаселло, конечно, не могла обойти вниманием аутизм — болезнь, генетически обусловленную (теперь в этом уже никто не сомневается, см. «Химию и жизнь», 2008, № 8), проявления которой тесно связаны с нарушениями коммуникативных навыков. Известно, что дети с аутизмом плохо распознают и разделяют эмоции окружающих, педагогам трудно вовлечь их в совместные действия. Кроме того, они хуже понимают действия других людей. С детьми чуть старше года проводили опыт на проверку такого понимания: экспериментатор на их глазах включал свет, нажимая кнопку выключателя затылком, причем в половине случаев руки у него были свободны, в половине — заняты. После этого нормальные дети сами включали свет обычным способом, с помощью руки, если взрослый проделал это с занятыми руками. Но если руки в взрослого были свободны и он все равно работал головой, дети решали, что у него есть причина поступать именно так, и следовали его примеру. Аутичные же дети нажимали выключатель затылком во всех случаях, копируя действия взрослого и не обдумывая причины. Налицо отсутствие тех самых простейших навыков, о которых говорил Томаселло. И в результате — психическая неполноценность.

Это ни в коей мере не значит, что аутизм превращает человека в обезьяну. При некоторых формах аутизма люди достигают значительных интеллектуальных высот (если у них в достаточной мере сохранено восприятие, скажем, письменной математической информации). Ведь мозг у них все-таки человеческий, а не обезьяний — продукт многовековой эволюции нашего вида. Но было бы интересно проверить, не поражены ли у больных аутизмом те же участки генома, которые отличают человека от обезьяны?

Номо sapiens — человек учащий?

Из всего вышесказанного Томаселло делает серьезные выводы, кое в чем неожиданные, однако убедительные. Именно прохождение этих трех ступеней делает возможным для отдельного человека — знакомство с культурой, созданной человечеством, а для нашего вида в целом — переход от животной жизни к созданию культуры. В самом деле: культура, как всем известно, передается обучением, а возможен ли процесс обучения без стремления впитывать и передавать информацию, без способности понимать, как окружающие оценивают твои действия, и самому транслировать другим свои эмоции по поводу происходящего? И стало быть, учительство — именно то, что отличает человека от животного.

Предваряя возражения, Томаселло просит не ссылаться на «культурные особенности» отдельных групп обезьян, вроде особого способа добычи термитов или полоскания бататов в ручье. Действительно, такие формы поведения бывают не врожденными, а приобретенными — но младшие обезьяны усваивают их, просто наблюдая за старшими. А старшие не проявляют явного желания делиться знанием с молодежью. Если коротко, обезьяны учатся, но не учат. И, судя по результатам в масштабах вида, передача знаний на добровольных началах куда менее эффективна, чем школа-десятилетка или подготовка юношей племени к посвящению в воины.

Майкл Томаселло заходит так далеко, что предполагает умение делиться информацией, эмоциями и планами первым шагом в ходе эволюции на пути от обезьяны к человеку. Возможно, более ранним, чем даже возникновение речи, — не будем воспроизводить все его аргументы, заметим только, что и те действия маленьких детей, о которых говорилось



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

выше, происходят без слов и до слов. (Кстати, Томаселло допускает, что отбор по этим признакам мог быть межгрупповым, а не индивидуальным, и ссылается на работу Э.Собера и Д.С.Уилсона — см. «Химию и жизнь», 2008, № 5.) Вообразим, что появилась группа индивидов, от природы склонных обсуждать с сородичами все, что видят и о чем думают — сперва с помощью жестов, выразительных гримас и разнообразно интонированных «у-ук». Даже при столь скудных начальных данных нетрудно представить, как в этой группе могли возникнуть и охотничьи стратегии, и слова с фиксированными значениями, и традиции, и ритуалы, и произведения искусства...

Конечно, у Томаселло есть оппоненты. Одни не соглашались признать за речью вторичную роль и доказывают, что она должна была возникнуть раньше либо, в крайнем случае, одновременно и что вообще все те способности, о которых говорит Томаселло, — не первопричина человеческой эволюции, а ее результат; другие отмечают, что для разговоров об эволюции человека надо изучать взаимодействие не взрослых с детьми, а равных по возрасту; третьи — что шимпанзе корректно было бы сравнивать с людьми, заставляя их решать задачи, с которыми они сталкиваются в природе, а не в искусственном мире лаборатории, что некоторые формы коллективного поведения встречаются и у хищников, и у дельфинов, что сценарии охоты у диких шимпанзе предполагают и общие намерения, и совместное целеполагание, и разделение ролей.

Разница между социальной активностью человека и животных очевидна, но Томаселло с сотрудниками провел широкомасштабный эксперимент, специально для того, чтобы еще раз продемонстрировать ее (об этом он тоже рассказал в своей московской лекции). В проекте участвовали 106 шимпанзе, 105 двухлетних детей и 32 орангутана. Им были предложены две группы тестов — на «сообразительность» и на социальные взаимодействия. По первой группе результаты у детей и обезьян были близкими, по второй результаты детей были *вдвое* лучше. «Я был счастлив, когда получил эти данные», — признался Майкл Томаселло. Что бы ни говорили защитники обезьяньих талантов, врожденное отличие по этому параметру есть, и оно огромно.

В заключение давайте вспомним: чего требуют этикет и здравый смысл от современного горожанина? Сдерживать чувства, не болтать о своих мыслях, намерениях и планах, не замечать слишком бурных излияний окружающих, не лезть в чужие дела и вообще пропускать мимо ушей все лишнее, от рекламного слогана до закона Ньютона. Эмоциональный и любопытный примат оказался в условиях переизбытка эмоций и информации — и начал наращивать защиту от того и другого. Не хочу сказать, что мы уже ступили на путь регресса, может, это требования прогрессивной эволюции сменились на противоположные?





ГЕОФИЗИКА

Землетрясения случаются зимой

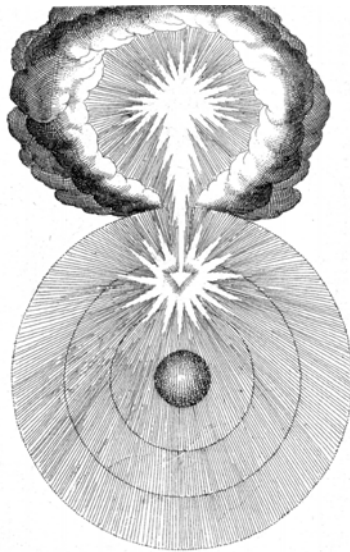
Несколько лет назад российские геофизики заметили, что землетрясения часто случаются в полнолуние. Причина в том, что в это время действие совместной силы Луны и Солнца на Землю увеличивается. Если где-то землетрясение назрело, это увеличение и служит спусковым крючком. Однако есть и более продолжительная связь землетрясений с движениями дневного и ночного светила. Ее сумели найти ученые из Объединенного института физики Земли им. О.Ю Шмидта РАН во главе с членом-корреспондентом РАН Алексеем Николаевым (nikvas@comail.ru).

Исследователи исходили из того, что коль скоро в интенсивности сейсмических шумов прослеживается суточный ритм и ритм лунного месяца, который заметен также в ритме землетрясений, то должен быть и еще один ритм – связанный с солнечным годом.

Чтобы проверить свои предположения, физики взяли статистику землетрясений в районе Гармского полигона в Таджикистане. Этот полигон находится вокруг хребта Петра Первого между горными массивами Тянь-Шаня и Памира. В соответствующем каталоге за период с 1955 по 1991 год было зафиксировано более 62 000 землетрясений на глубине менее 10 км и 17 000 на глубине 10–30 км. Анализ этих данных показал, что минимальная интенсивность землетрясений наблюдается летом, а максимальная – зимой.

Чтобы проверить, действительно ли это связано с внешним гравитационным воздействием, ученые построили энергетическую модель на основе тех процессов деформации, которые вызываются в земной коре Солнце и Луна. При этом вместо григорианского календаря использовали лунный календарь со средним периодом 28 суток.

Как оказалось, лучше всего землетрясения, особенно те, что случаются



на глубинах до 10 км, описывает модель деформации, вызванной Солнцем, а также сумма моделей отдельных деформаций, вызванных Луной и Солнцем.

Отсюда следуют важные выводы. Во-первых, модель влияния Луны и Солнца на землетрясения, обнаруженная ранее по суточным и месячным корреляциям, получила дополнительные подтверждения. Во-вторых, найдена связь между гравитационными силами в Солнечной системе и землетрясениями разного масштаба: от сейсмоакустических шумов до сильных землетрясений. А в результате появляется возможность изучать развитие землетрясений начиная с момента «зачатия».

РЕСУРСЫ

Жидкая руда со дна океана

Чтобы начать промышленное освоение месторождения железомарганцевых руд на дне Тихого океана, в чем мы чрезвычайно заинтересованы, России придется предоставить Международному органу по морскому дну ООН твердые гарантии, что океану и его экосистемам не будет причинен вред. Какая технология подъема руды со дна может такие гаран-

тии обеспечить? Ответ на этот вопрос знают специалисты Геологического института РАН.

На дне океана спрятаны громадные минеральные ресурсы – так называемые железо-марганцевые конкреции, до которых еще толком не добралось хищное человечество. Но рано или поздно нам придется опускаться на дно океана, чтобы добыть столь необходимые металлы, запасы которых на суше близки к концу. Это относится к кобальту, никелю, цинку, меди и другим металлам, содержание которых в железо-марганцевых океанских отложениях сопоставимо с их концентрациями в рудах континентальных месторождений. Не говоря уже о том, что на территории РФ месторождения марганца практически исчерпаны.

Сегодня Китай, Корея и некоторые другие страны активно готовятся к освоению подводных ресурсов. В то же время Япония, Индия, американские и европейские компании, вложившие сотни миллионов долларов в разведку и технологии освоения океанских руд, сворачивают свою активность – слишком дорого все обходится.

Россия пока готовится к опытной добыче железо-марганцевых конкреций, которая запланирована на 2011–2020 годы. А с 2022 года намечено промышленное освоение месторождения, закрепленного за СССР еще в 80-х годах прошлого века, в богатой рудной провинции Кларион-Клиппертон в Тихом океане. Главная проблема здесь





– гарантировать сохранение экосистем океана. Без такой гарантии никакую добычу не разрешит Международный орган по морскому дну ООН.

Главный металл, образующий руды на дне океана, – это марганец. В донных отложениях он находится в форме свободного гидроксида, который обладает фантастической сорбционной активностью, самой высокой среди природных сорбентов. Это свойство и позволяет ему связывать множество металлов из морской воды – до трех четвертей таблицы Менделеева. Так образуются ценнейшие и богатейшие рудные концентраты на дне океана. Как же извлечь их на поверхность океана, не замутив воды и не потревожив ее обитателей?

Гидроксиды марганца чрезвычайно чувствительны к условиям среды и существовать в твердой фазе могут лишь в высокоокислительных условиях океанского дна. Стоит чуть-чуть изменить условия, и гидроксиды марганца начнут растворяться, высвобождая и другие металлы. Ученые из Геологического института РАН, используя это знание, разработали технологию безопасного для океана извлечения руд с его дна (пока в лабораторном варианте). Суть технологии в том, что основа железо-марганцевых отложений – гидроксид марганца – под действием специального состава растворяется прямо на месте, на дне, высвобождая металлы в ионной форме. И весь этот раствор без лишних примесей, которые порой составляют 40%, можно поднять по рукавам-шлангам на добывающее судно. На палубе раствор окисляется, и металлы переходят в твердое состояние. Примеси и субстрат остаются на дне, а на добывающее судно поступает обогащенный раствор – ничего лишнего.

В качестве состава-растворителя ученые предлагают использовать очень слабый раствор кислоты, куда добавлены маленькие количества перекиси водорода. В кислой среде перекись водорода проявляет свойства восстановителя, и нужная нам руда легко растворяется. На самом деле именно такие окислительно-восстановительные процессы протекают на дне океана при изменении природных условий, поэтому состав не может сильно повредить обитателям океана.

Метод, испробованный в лаборатории, очень хорош. Остается только сделать промышленный реактор и провести полевые испытания. И воз-

можно, тогда Россия и ООН получат необходимые гарантии для начала разработок залежей на дне Тихого океана. Инженеры и конструкторы, вас ждут великие дела!

экология

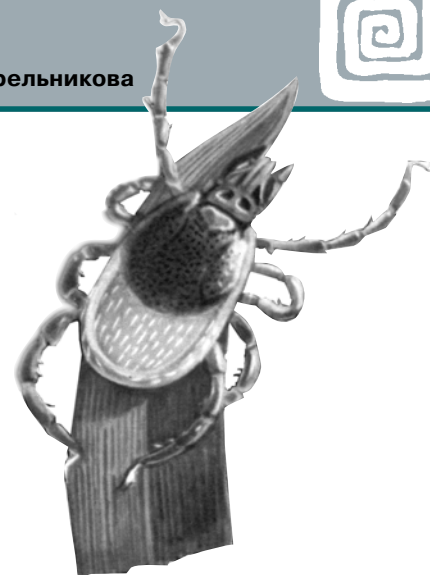
Нет клеща – нет энцефалита

Специальная одежда и прививки не дают стопроцентной гарантии от инфицирования клещевым энцефалитом. Красноярские ученые из Сибирского Федерального университета, Института биофизики СО РАН и Международного центра исследований экстремальных состояний организма при Президиуме Красноярского научного центра СО РАН предлагают принципиально иной подход – ударить по мышевидным грызунам. Тогда и клещ исчезнет. cnb@post.krascience.rssi.ru

Новости о жертвах клещевого энцефалита поступают со всех сторон – то в Екатеринбурге умерло несколько человек после укуса клеща, то в Поволжье растет заболеваемость. Активизацию иксодового клеща – основного переносчика энцефалита – ученые связывают с потеплением и глобальным изменением климата. И все методы борьбы с эпидемиями клещевого энцефалита сводятся к профилактическим мерам. А их, собственно, всего-то две: прививка для выработки иммунитета либо специальная одежда и репелленты, позволяющие избежать контакта с клещом. Однако все это не дает стопроцентной гарантии от инфицирования.

А можно ли каким-то образом вообще удалить иксодового клеща из экосистем? Нет клеща – нет проблем. Оказывается, можно регулировать один из факторов существования клещей – численность мышевидных грызунов. Именно такой подход предлагают красноярские специалисты.

Самка клеща откладывает около 2000 яиц в надпочвенную подстилку экосистемы. Часть яиц превращается в личинки. Но для перехода в следующую фазу (нимфы) личинки должны питаться кровью животных, в основном мелких грызунов. Образовавшиеся нимфы поднимаются по стеблям растений на высоту нескольких сантиметров, прикрепляются к телу живот-



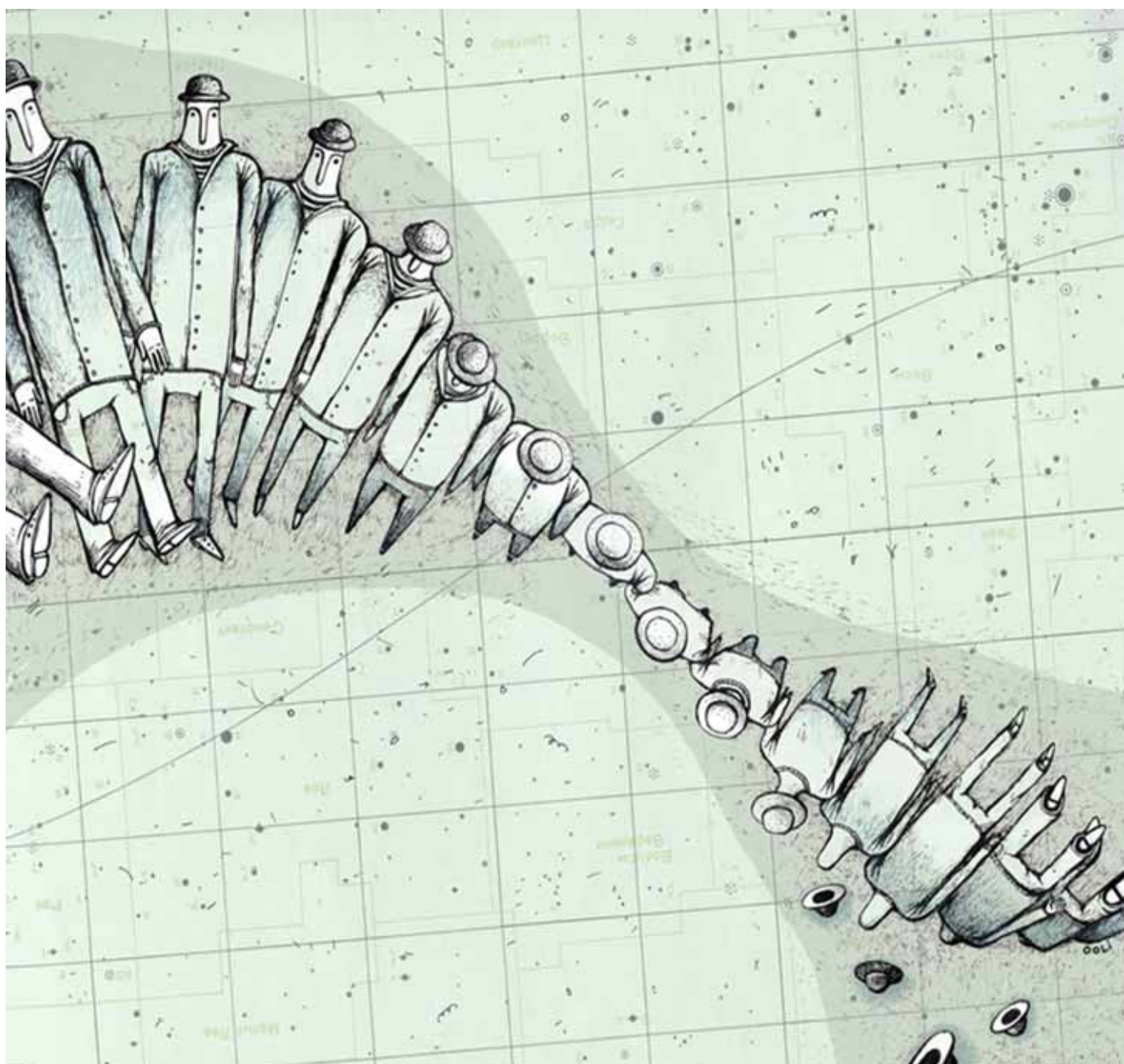
ных, напитываются их кровью и уходят в подстилку, где после зимовки переходят в следующую стадию, имаго. Часть нимф превращается в самок, которые особенно опасны, если в экосистеме присутствуют возбудители энцефалита, болезни Лайма и др. Взрослый клещ поднимается по стеблям растений уже на высоту до полуметра и нападет на крупных млекопитающих, в том числе и человека, прикрепляется, питается кровью и инфицирует жертву.

Итак, взаимодействие теплокровных и клеща имеет узкое звено: на ранних фазах развития клеща доминирующую роль в его питании играет кровь мелких лесных грызунов. И без этой крови личинка погибнет. Ученые создали математическую модель, описывающую связь коэффициента размножения клеща с плотностью грызунов и другими факторами. Анализ модели и предварительные эксперименты показали, что существует пороговая плотность мышевидных грызунов, ниже которой клещ вообще исчезает из экосистемы.

Но как уменьшить численность грызунов? Можно, например, улучшить условия для хищников, которые ими питаются. А можно применить так называемую управляемую эпизоотию, то есть уменьшить численность численность самым эффективным путем, заразив грызунов смертельной инфекцией.

Не опасно ли это для экосистем? Поскольку клещ – не существенное звено в экосистеме, популяция же грызунов не уничтожается, а лишь ограничивается, то и вреда экосистеме такой подход не наносит. А человеку только польза: нет клеща – нет энцефалита.





Художник К.Ставрова

Сражение с дьяволом невесомости

Доктор технических наук
В.П.Селезнев

В прошлом номере журнала был опубликован фрагмент воспоминаний В.П.Селезнева (1919–2001) о том, как он попал в космонавтику и стал одним из первых специалистов по космической навигации. Ему же доверили обучать этому предмету первых космонавтов. Когда выяснилось, что у человека в невесомости нарушается восприятие окружающего пространства, специалисты начали разбираться, как и почему это происходит. Василий Петрович тоже стал работать в этом направлении. Он разработал метод функциональной идентификации, позволяющий сравнивать свойства и возможности технических устройств и органов живых существ (см. монографию: В.П.Селезнев, Н.В.Селезнева. Навигационная бионика. М.: Машиностроение, 1987). Это дало возможность лучше узнать свойства и функции органов, обеспечивающих ориентацию в пространстве и, в частности, разгадать причину иллюзий, возникающих в невесомости. Занятия с космонавтами, посвященные этой теме, обычно проходили в форме беседы, подобной той, что описана во второй части очерка.

Воспоминания были предоставлены для публикации дочерью В.П.Селезнева, доктором технических наук Н.В.Селезневой.



*Василию Петровичу Селёзневу с благодарностью
за науку и наилучшими пожеланиями в работе
и жизни*

Андрей Николаевич Николаев
5.08.1961.

Эту фотографию
первые космонавты
подарили В.П.Селёзневу



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Но место для аварийной посадки не было подготовлено, и корабль вместе с космонавтом мог погибнуть. Не решаясь самостоятельно принять столь ответственное решение, руководитель полета, посоветовавшись с членами госкомиссии, решил сообщить о случившемся в Москву – лично Никите Сергеевичу Хрущеву.

Никита Сергеевич срочно собрал своих соратников, чтобы посоветоваться. Предложение Л.И.Брежнева немедленно посадить корабль на Землю отвергли: сажать некуда, это самоубийство. Пока судили да рядили, у Никиты Сергеевича родилась «гениальная» идея.

– По-моему, – сказал он, – Герман просто испугался, и у него свихнулись мозги. Сейчас я это проверю.

Переключив связь с космическим кораблем на себя, Никита Сергеевич начал прямой разговор с Титовым.

– Герман, как ты себя чувствуешь? – спросил он.

– А кто со мной говорит? – задал встречный вопрос Титов. Узнав, что это говорит сам генеральный секретарь и глава государства, Титов сперва очень смутился, но потом доложил о своем критическом состоянии: – Схожу с ума, все кругом ломается, – сообщил он.

– По-видимому, дела на корабле совсем плохи, – заметил Хрущев своим соратникам, – а теперь я перехожу к делу.

Герман, – обратился он к космонавту, – ты у нас молодец и герой. Мы тут посоветовались и решили присвоить тебе звание Героя Советского Союза. Поздравляю тебя!

Услышав такую новость, Герман в первое мгновение опешил, а потом, повинувшись рефлексу воинской чести, прокричал в микрофон:

– Служу Советскому Союзу!

– Вот и молодец! – обрадовался Хрущев. – Ты в полном уме и здравии. Продолжай полет, а мы тебя с нетерпением ждем.

Он отключил свой телеканал, и его связь с кораблем прекратилась. В Центре управления полетом внима-

Полет Германа Титова

После успешного старта Ю.А.Гагарина началась подготовка второго полета в космос. Командиром экипажа космического корабля «Восток-2» был назначен Герман Степанович Титов, а его дублером – Андриан Григорьевич Николаев.

При подготовке полета возник вопрос: какой должна быть его продолжительность? В длительной дискуссии победило мнение Королева, которое поддерживали и космонавты – Титов и Николаев: полет должен быть суточным. Это предложение и было утверждено Военно-промышленной комиссией. Старт был назначен на 6 августа 1961 года. Космонавты прошли те же процедуры, что и перед полетом Гагарина. Утром перед взлетом – традиционный медосмотр, подготовка скафандров, затем поездка на автобусе к стартовой площадке и процедура торжественного рапорта председателю госкомиссии. После взлета и до выхода на космическую орбиту Герман Степанович пережил все виды силовых воздействий от перегрузок и вибраций корпуса ракеты. И вот наступила пора невесомости.

Первый виток длительностью в полтора часа прошел так же, как и у Гагарина, о чем Герман Степанович наряду с прочей информацией сообщил своему дублеру Николаеву. Дальше невесомость взяла свое: у космонавта возникло ощущение, что он летит вниз головой, и от этой иллюзии он не мог избавиться. Чтобы

как-то отвлечься, Титов начал кружиться в кресле, делать резкие движения головой, однако его состояние только ухудшилось. Обедать он не стал: ничего не хотелось. Попробовал попить сока черной смородины, но тот оказался очень приторным, и Германа вырвало. Капли, состоящие из желудочного сока и выпитой жидкости, начали летать по всей кабине. И тут Герману хоть немного повезло: они стали постепенно прилипать к стенкам.

Шел уже шестой виток (девятый час полета), а состояние его все ухудшалось. Усилилось головокружение, в голове, где-то за ушами, появились боли, обострились спазмы желудка, и ему показалось, что у него «выскочили кишки». Приглядевшись к окружающей обстановке, Герман заметил, что при покачивании головой у него в глазах не только все переворачивается, но и ломается – кабина превращается в хаос. «Неужели я схожу с ума?» – подумал он и на всякий случай решил посмотреть в окно иллюминатора на Землю – ведь она не может кувыркаться и ломаться?! К своему ужасу он увидел, что земной шар тоже начал коржиться и разрушаться. Не выдержав такого испытания, Герман решил сообщить на Землю о случившемся.

В Центре управления полетом сообщение Титова о том, что он тронулся умом из-за невесомости, вызвало панику. Что делать? Прекращать полет и сажать Германа на Землю?

тельно слушали разговор Хрущева с космонавтом, а потом, через некоторое время, решили проверить его самочувствие. Но у того уже прошел всплеск энтузиазма, и он опять был во власти кошмаров невесомости. Тогда вмешался врач, который на Земле наблюдал за состоянием здоровья Титова. Он попросил переключить канал радиосвязи с кораблем на него и приступил к оригинальной процедуре.

– Герман, скажи, тебя мать в детстве шлепала по голове или по попе?

Этот разговор удивил всех, кто был в Центре управления: при чем тут воспоминания детства?! Несколько секунд Герман тяжело дышал, а потом с обидой ответил, что его мать всегда любила и по голове не била.

– Ну, а по задней части неужели тебе не попадало? – продолжал спрашивать врач. – Это не шутка, а очень важное дело. Отвечай!

– Ну, иногда попадало, – сознался Герман.

– Вот и отлично! – обрадовался врач. – Жми к себе кресло к тому месту, по которому тебя лупили! Жми сильнее, как только можешь!

Подобная рекомендация поразила всех еще больше. Многие из присутствующих в Центре управления стали прижимать к себе кресла и стулья, на которых они сидели, но никаких чудес с ними не произошло. Из космоса по системе космической связи было слышно, как пыхтел Титов. Наконец послышались его слова:



В.П. Селезнев

– А ничего получается, как будто выпил стакан нарзана, в голове немного прояснилось. Спасибо за помощь.

– Продолжай в том же духе, – напутствовал врач, – все будет в порядке.

Судя по сигналам телескопических датчиков, закрепленных на теле космонавта, он очень устал и задремал. Через восемь часов сеанс связи с кораблем возобновился, Герман проснулся, и врач опять начал с ним переговоры:

– Герман, как ты себя чувствуешь?

– Ничего, немного лучше.

– А какие ощущения сохранились? – Как у тещи в гостях, – четко ответил Герман.

– Это интересно, – заметил врач. – А что же случилось у тещи?

– Выпил «ерша» – смесь коньяка с керосином! – ответил Герман. – А закуски не было.

– Все ясно, – удовлетворенно сказал врач. – Такой напиток вызывает большую рвоту и головокружение, как было у тебя. Раз закуски нет, то я предлагаю погрызть соленую воблу, – посоветовал врач. – Она лежит в пакете в нижнем ящике настенного шкафа.

Через минуту Титов принялся сокрушать воблу.

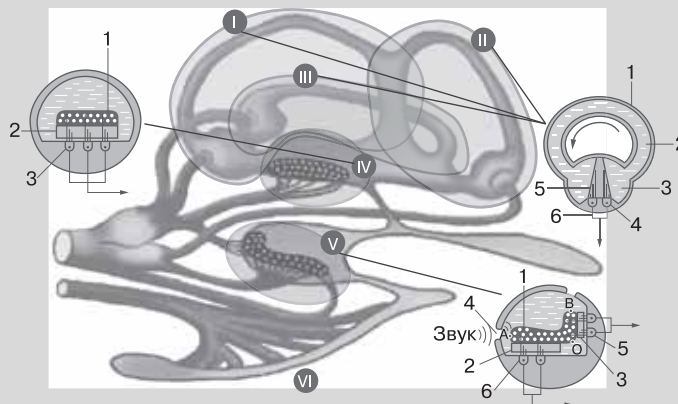
– Ничего лучше я никогда не пробовал! – сказал он.

С тех пор вяленая вобла стала непременной участницей всех космических полетов.

7 августа 1961 года полет «Востока» завершился, и Герман Степанович Титов приземлился около поселка Красный Кут Саратовской области. Во время посадки, спускаясь на парашюте, Герман увидел железную дорогу и поезд, который с большой скоростью приближался к месту его возможного приземления. Но все обошлось благополучно: он ударился о Землю и сделал два головокружительных кульбита недалеко от железнодорожного полотна. Корабль совершил 17 оборотов вокруг Земли и пролетел 25 часов 11 минут, установив тем самым мировой рекорд по

Датчики вестибулярного аппарата

Измерители угловых ускорений (полуокружные каналы – I, II, III) представляют собой полые каналы 1, заполненные жидкостью. При вращении головы вокруг оси, перпендикулярной плоскости канала (она же – измерительная ось датчика), жидкость стремится сохранить свое первоначальное положение, что вызывает ее движение относительно канала. В ампуле 3 располагается студенистая заслонка 5, закрепленная на упругих волосках. Движущаяся жидкость отклоняет ее от нейтрального положения. Рецепторные клетки 4 измеряют угол поворота заслонки, генерируют сигнал и передают его по нервным каналам 6 в мозг для обработки.



Схемы функционирования датчиков вестибулярного аппарата: полуокружных каналов I, II, III; отолитового датчика IV; отолитового датчика V. VI – слуховой аппарат

В каждом вестибулярном аппарате имеется три датчика угловых ускорений. Их измерительные оси ориентируются взаимно перпендикулярно друг другу, чтобы измерять полный вектор углового ускорения головы.

Измеритель линейного ускорения (утрикулюс – IV). Чувствительным элементом этого датчика служит пластина 1, состоящая из тяжелых, прочно склеенных кристаллов – отолитов. Она лежит в горизонтальной плоскости на

дальности и длительности космических полетов.

После посадки и торжественной встречи Г.С.Титов подробно рассказал о своих переживаниях в невесомости. Было решено начать разносторонние исследования, чтобы преодолеть трудности, которые возникают у космонавтов в условиях полета. Тайна невесомости стала объектом пристального внимания ученых.

Не верь глазам своим

Разработанный для этого метод бионических исследований позволил выявить множество факторов и явлений, которые могли воздействовать на человека во время космического полета. Задачу облегчало то, что в космосе уже побывало много космонавтов, которые на себе испытали все «прелести» перегрузок и невесомости. Но их официальные отчеты о проделанной работе обычно содержали только формальные сведения, необходимые начальству, чтобы представлять полеты в космос как героический подвиг. Обо всех деликатных переживаниях человека в условиях невесомости, которые можно было истолковать как проявление человеческой слабости, плохой предполетной подготовки, малой пригодности к полетам и даже трусости, космонавты обычно умалчивали, чтобы не портить карьеры. Однако именно такая информация, раскрывающая физическую сущность переживаемых

студенистой прослойке 2, которая может легко скользить по основанию. Пластина и основание связаны волосками, выходящими из рецепторных клеток 3. При ускоренных линейных движениях головы отолитовая пластина смещается от своего нейтрального положения, и на выходе рецепторных клеток возникают сигналы, пропорциональные этому смещению. Измерительные оси рецепторов датчика имеют веерообразное расположение, вследствие чего он измеряет горизонтальную составляющую линейного ускорения.

Многофункциональный вестибулярный измеритель (саккулюс – V). Чувствительный элемент этого датчика – длинная изогнутая отолитовая пластина Г-образной формы (1). Ее большая часть (АО) располагается в боковой плоскости головы и поддерживается тонкими длинными упругими волосками 2, а меньшая часть (ОВ) – во фронтальной плоскости и подвешена на толстых коротких упругих волосках 3. Такой способ подвески пластины дает ей возможность совершать три вида

явлений, представляла особую ценность.

Мое желание получить все интересные и важные сведения из первых рук нашло ответный отклик. Космонавтам необходимо было разобрататься в чудесах и бедствиях космического полета, раскрыть непонятные и загадочные явления и осознанно, со светлой головой штурмовать звездный мир. Они охотно встречались со мною, часто сами организовывали неофициальные занятия и беседы, чтобы выяснить волнующие их вопросы, получить моральную поддержку или помощь. На многие вопросы у меня не было готовых ответов или решений. Приходилось искать их совместно. При этом я старался выполнять роль подсказчика или научно-методического руководителя. Подобные беседы превращались в своеобразную деловую игру или мозговую штурм, в котором сами участники ищут и находят оптимальное решение. Такая методика космонавтам очень нравилась, и мне тоже, она развивала их творческие возможности.

<...>

– А все-таки, почему, когда наступает невесомость, в наших глазах возникает всякие миражи и сплошная неразбериха? – спрашивали космонавты.

– Этот вопрос оказался для медицины наиболее сложным, – ответил я. – Чтобы на него ответить, пришлось внимательно изучить взаимо-

движений: поступательное в вертикальном направлении и колебательные вокруг осей АО и ОВ. Полость, где располагается саккулюс, соединена отверстием 4 со слуховым аппаратом, вследствие чего энергия звуковых колебаний через жидкость передается на отолитовую пластину и вызывает ее вибрацию.

Саккулюс имеет две функции: он служит датчиком линейных ускорений и угловых скоростей. При поступательном движении головы с ускорением в вертикальном направлении отолитовая пластина смещается от своего нейтрального положения, растягивая упругие волоски 3. Это вызывает появление на выходе рецепторных клеток 5 сигналов, характеризующих ускорение головы в вертикальном направлении.

При вращении головы вокруг вертикальной оси происходят изменения в колебаниях отолитовой пластины: упругие волоски 2 растягиваются и рецепторные клетки 6 вырабатывают сигналы, пропорциональные угловой скорости.



действие зрительной системы человека и его вестибулярного аппарата в условиях невесомости.

– Но какое они имеют отношение друг к другу? – удивились они. – Ведь наши глаза служат, чтобы видеть окружающий мир, а вестибулярный аппарат – только орган равновесия.

– И мы были вначале такого же мнения, но потом убедились, что эти органы сильно взаимосвязаны. Посмотрите на рисунок, где показана схема строения вестибулярного аппарата. Этот орган чувств по внешнему виду похож на орешек диаметром около сантиметра и весом всего один грамм. У человека два таких органа, они находятся в голове слева и справа в районе среднего уха. Внутри «орешка» мы видим удивительную картину: его малый объем разделен костными перегородками на пять частей, а в каждой расположен самостоятельный орган чувств.

– Неужели пять органов чувств? – удивились слушатели. – А нам в школе объясняли, что вестибулярный аппарат – это только орган равновесия.

– Действительно, среди них есть орган равновесия – отолитовый датчик IV (см. рисунок), но остальные четыре выполняют иные функции. Например, три полукружных канала I, II, III предназначены для измерения угловых ускорений движения головы. Оtolитовый датчик V, который преобладает по своей форме башмачок, подвешенный на волосках, и все время колеблется, выполняет две функции: указателя заданного направления и измерителя вертикальной составляющей ускорения.

– А почему этот башмачок все время качается?

– Это очень интересный вопрос. Движение создается под действием звука, идущего из слухового аппарата. Ведь «орешек» разместился около среднего уха, вот природа и воспользовалась органом слуха как источником энергии, чтобы чувствительные элементы вестибулярного аппарата лучше работали.

– А я не понял, что делает этот



«башмачок»? – спросил один из космонавтов.

– В технических системах функцию «башмачка» выполняет гироскопический указатель поворота. Если вы избрали какое-то направление для своего движения и выдерживаете его, то «башмачок» не выдает управляющих сигналов. Если вы меняете это направление или начнете крутить головой, то тут же получите сигнал об отклонении от заданного направления.

– А есть ли такой указатель поворота у других видов животных?

– Конечно, есть, – ответил я. – У всех млекопитающих, рыб и птиц есть такой «прибор», и даже у насекомых. <...>

Космонавты начали расспрашивать, как работает орган равновесия. Я объяснил, что по принципу действия он аналогичен маятнику. Однако природа реализовала его по-своему: чувствительный элемент у него выполнен в виде плоской кристаллической пластинки, удельный вес которой в три раза больше удельного веса окружающей жидкости (IV). Пластинка лежит на скользкой студенистой подушечке, между ней и основанием имеются упругие связи (волоски), которые воздействуют на нервные клетки при смещении пластинки от нейтрального положения. А в нервных клетках возникают сигналы, характеризующие линейное ускорение головы.

– Мне кажется, – заметил один из космонавтов, – этот орган чувств очень похож на плотничный уровень. При наклоне такого уровня пузырек воздуха в трубке смещается от нейтрального положения, и плотник определяет отклонение его изделия от горизонтальной плоскости.

– Совершенно верно, – одобрил я. – Именно этот орган чувств контролирует не только угловое положение головы, но и вертикальное положение всего тела.

– Но если тело человека будет двигаться в горизонтальном направлении с ускорением, то уровень отклонится от истинной вертикали. Что произойдет с человеком? – ехидно

спросил один из космонавтов.

– Ничего особенного, – парировал другой. – Сигналы этого органа заставят мускулы ног наклонить вертикальную ось тела. Человек не упадет, а примет более устойчивое положение.

– А в условиях невесомости что произойдет? – не унимался первый.

– Если сила веса исчезнет, то в первое мгновение отолитовая пластинка всплывет, так как силы упругости студенистой подушечки подбросят пластинку вверх. При этом чувствительные клетки дадут в мозг сигнал о том, что «низ» (куда до этого был направлен уровень) оказался сверху.

– Именно так со мной и случилось, – подтвердил космонавт. – Мне вдруг показалось, что при возникновении невесомости все перевернулось: низ оказался сверху. Но почему же и в глазах тоже все перевернулось и видимый мир стал «вверх ногами»?

– Вот теперь-то мы и перейдем к анализу взаимодействия зрительного анализатора с вестибулярным аппаратом, – сказал я. – Для начала проведем такой опыт. Сейчас наши тела прижимаются к полу, а маятники вестибулярных аппаратов показывают направление вертикали и горизонтальной плоскости. Прошу сесть прямо и установить голову вертикально. Посмотрите вокруг: вы видите, что пол этого помещения располагается горизонтально, а стены – вертикально. Нет возражений? – спросил я и, приняв общее молчание за согласие, продолжил: – Наклоните голову влево, а потом – вправо. Вы обнаруживаете, что окружающая обстановка сохраняет свое положение, несмотря на наклоны головы. Казалось бы, изображение, то есть световые сигналы от окружающих предметов на сетчатке глаз, тоже поворачивалось вместе с головой, а наше представление о внешнем мире – образы, формируемые в мозгу, – не изменилось. Почему так происходит? Потому, что вестибулярный аппарат, посылая сигналы в мозг, управляет угловым

положением картины, воспринимаемой глазами.

– Я вас понял, – прервал меня один из слушателей. – Если представить, что зрительная картина у нас в глазах – это экран телевизора, то маятник вестибулярного аппарата как-то стабилизирует корпус телевизора в горизонтальной плоскости.

– Удивительно правильная аналогия, – согласился я. – Именно ей я воспользуюсь в дальнейших рассуждениях. А теперь вернемся к нашей проблеме. Глаза расположены на некотором расстоянии друг от друга. Каждый из них воссоздает в мозгу свое плоское изображение, в зрительной коре мозга они совмещаются, и в результате получается представление об объеме предметов и их расположении. При этом поскольку каждый вестибулярный аппарат контролирует свой глаз, то объемное изображение получится только в том случае, если маятники ориентированы по одной и той же вертикали.

– Я начинаю догадываться! – воскликнул один из ребят. – Когда наступает невесомость и маятники переворачиваются, то есть наши телевизоры перевернутся, в мозгу возникнет представление о том, что внешний мир тоже стал вверх ногами.

– Но это еще не все, – поддержал его догадку другой. – Если вы будете при невесомости еще вращать или качать головой, то отолитовые пластинки вестибулярных аппаратов под действием центробежных сил будут отклоняться в различные стороны и болтаться в такт с колебаниями головы. Что при этом произойдет?

– Если пользоваться той же аналогией, то наши телевизоры будут качаться в разные стороны, а их изображения в мозгу начнут совмещаться под разными углами и двигаться относительно друг друга. Получится полный ералаш, как это и случилось с нами при невесомости, – пришли к выводу слушатели.





Стихи о биологической эволюции

Кандидат биологических наук

С.В.Багоцкий

В ноябре 2005 года в Подмоскowie проходила Третья межпредметная олимпиада школьников стран СНГ и Балтии — последний осколок когда-то проводившихся Всесоюзных олимпиад по математике, физике, химии и биологии. Руководство поручило мне и моим коллегам подготовить вопросы для юношей и девушек, которые желали попробовать свои силы в биологии.

Среди прочих вопросов мы предложили участникам олимпиады один в высшей степени неожиданный:

Как по-вашему, какие биологические и философские проблемы поднимает следующее стихотворение?

* * *

Если Жизнь — блуждающий огонь
В царстве пустоты и звездной пыли,
Греющий пространство, как ладонь,
Значит, мы когда-то уже были.

Был чужой рассвет чужих планет
Жизнью пробудившейся наполнен,
Воздух был дыханием согрет.
Это — было... Только мы не помним...

РАДОСТИ ЖИЗНИ

Снова море синевой блеснет,
Задевая солнце пенным краем,
И продолжат чайки свой полет.
Это — будет... Только мы не знаем...

Возродится мир земной опять
Где-то во Вселенной в даях зыбких,
Чтоб свои ошибки повторять
И идти к познанию сквозь ошибки.

И в закатный час начнут кружить
В небесах бездонных те же птицы...
Значит, в нашем мире стоит жить,
Чтобы вновь когда-то повториться.

Понравилось ли вам стихотворение? Согласны ли вы с точкой зрения автора? Как по-вашему, кто и когда это стихотворение написал?

Давайте пока отложим вопрос об авторстве, кто написал это стихотворение, и подумаем: о чем оно?

Прежде всего о том, что Земля — не единственное место, где существовала, существует или будет существовать жизнь. Жизнь — это, по выражению автора, «блуждающий огонь», который вспыхивает то в одной,

то в другой части Вселенной, более или менее долго горит, но, увы, рано или поздно угасает. При этом совершенно не принципиально, разносятся ли зародыши жизни от одной планеты к другой, или они возникают независимо на разных планетах.

Вспыхнувшая на планете жизнь начинает эволюционировать. В соответствии с теорией Дарвина эта эволюция идет путем проб и ошибок. О чем совершенно справедливо говорит автор:

Возродится мир земной опять
Где-то во Вселенной, в даях зыбких,
Чтоб свои ошибки повторять
И идти к познанию сквозь ошибки.

И каков же будет результат этой эволюции? Можно ли ожидать, что ее результат окажется более или менее закономерным? (То есть возникнут сходные с земными формы жизни.)

К сожалению, сегодня мы знаем лишь одну жизнь — земную. И поэтому не можем дать сколько-нибудь обоснованный ответ на заданный вопрос. Но, несмотря на это, мы вправе и должны его задать, поскольку это стержневой вопрос того, что мы, может быть, не совсем удачно называем «теоретической биологией».

Этот вопрос задавали себе многие выдающиеся биологи. Например, Иван Антонович Ефремов, выдающийся палеонтолог и писатель-фантаст, был уверен, что результаты эволюции, протекающей через большое количество случайных процессов, в основных чертах воспроизводимы. И поэтому экипажи земных звездолетов встретят на далеких планетах похожих на них людей, а не передвигающихся на двадцати лапах монструмов. В 1979 году вышла (после десятилетия отказов в публикации!) книга профессора МГУ С.Э.Шноля «Физико-химические факторы биологической эволюции». В этой книге были теоретически проанализированы противоречия, с которыми сталкивались живые существа на разных этапах эволюции, и возможные пути разрешения этих противоречий. С.Э.Шноль показал, что в большинстве случаев разумный путь разрешения противоречий был одним-единственным и именно таким, который имел место в реальной эволюции. А это значит, что общий ход эволюции в существенных чертах детерминирован физико-химическими законами.

Приблизительно в это же время проблемой детерминированности эволюции занялся выдающийся советский специалист в области математического моделирования В.В.Меншуткин. Он разработал имитационную модель эволюции позвоночных животных и получил из нее приблизительно то, что есть на самом деле. «Мир земной» возродился в вычислительной машине, и оказалось, что в этом виртуальном мире в небесах бездонных начали кружить те же птицы. Все это было изложено в монографии ближайшего сотрудника Меншуткина В.Ф.Левченко.

Примечательно, что работа В.В.Меншуткина и В.Ф.Левченко вызвала быстрый отклик в художественной литературе. На рубеже 1970—1980-х годов выдающийся советский писатель Владимир Федорович Тендряков пишет свой последний роман «Покушение на миражи», главный герой которого — профессор Гребин, физик — разрабатывает математическую модель... возникновения христианства. В качестве переменных этой модели используются Иисус Христос, апостол Павел и другие евангельские персонажи.

В компьютере профессора Гребина происходили в высшей степени интересные вещи. Иисус Христос, по воле программистов погибший в самом начале своей

проповеднической деятельности, воскресает, «смертью смерть поправ». Христа номер два звали, наверное, по-другому, но набор параметров, характеризующий его личные качества, почти не отличался от набора параметров погибшего проповедника. Модель Гребина наглядно показала, что множество случайностей вырастет в достаточно четкую и стройную закономерность, заканчивающуюся событиями на Голгофе.

Концепция, развиваемая в приведенном выше стихотворении, полностью совпадает с тем, что писали В.Ф.Левченко, С.Э.Шноль, В.Ф.Тендряков. И поэтому предположение о том, что стихотворение было написано в начале 1980-х годов, выглядит вполне логично. К тому же оно и правильно: стихотворение написано в 1982 году.

А вот что можно сказать о его авторе?

Задолго до ноября 2005 года я показывал это стихотворение многим моим знакомым из научных сфер, предлагая определить время написания и подумать, кто мог его написать.

Стихотворение это, несомненно, очень сильное. Автор хорошо понимает философские и научные проблемы, более того, создается впечатление, что поэзия для него не самоцель, а средство выражения научных и философских идей. Многие мои коллеги высказывали мнение, что стихотворение написано не профессиональным поэтом, а крупным научным работником. А дальше пытались логическим путем вычислить автора.

Среди крупных ученых-биологов 1980-х годов было два талантливых непрофессиональных поэта: биофизик Л.А.Блюменфельд (1921—2000) и физиолог Д.А.Сахаров (род. 1930) (известный любителям поэзии под прозрачным псевдонимом Дмитрий Сухарев). Поэт-бард Дмитрий Сухарев не писал стихов на научные темы, а вот Лев Александрович Блюменфельд писал. Более того, для него, так же как и для автора стихотворения, поэзия была одним из инструментов научного мышления. И он вполне мог бы написать такое стихотворение... если бы его взгляды на эволюцию не были принципиально иными. К идее о детерминированности эволюции Л.А.Блюменфельд относился скептически, полагая эволюционный процесс многовариантным и по большому счету непредсказуемым. В этом он сильно расходился с другим профессором кафедры биофизики физфака МГУ, С.Э.Шнолем. Впрочем, их разногласия никак не мешали плодотворному сотрудничеству.

Можно попробовать поискать автора за пределами биологии. Здесь сразу вспоминались два выдающихся математика и талантливых поэта: академик А.Д.Александров (1912—1999) и академик Н.Н.Моисеев (1917—2000). Тем более что Никита Николаевич был одним из лидеров отечественного математического моделирования сложных систем и работы Меншуткина и Левченко хорошо знал. Но Н.Н.Моисеев, так же как Л.А.Блюменфельд, не разделял идеи о детерминированности эволюции.

Идеи приведенного выше стихотворения были очень близки Александру Даниловичу Александрову, выдающемуся геометру, ректору Ленинградского университета, причудливо сочетавшему в себе черты настоящего аристократа и убежденного коммуниста. И он действительно писал на эту тему стихи. Но совершенно иные.

Дух человека

Когда в последнем взрыве катаклизма
Земля сгорит, как новая звезда,
И Человечество исчезнет навсегда

Без поминанья, памятника, тризны;
Когда помчится расщепленный газ
В бескрайние межзвездные пространства
И Дух слетит с Земли для новых странствий,
То, знаю, будет не в последний раз:
Когда-нибудь и где-нибудь опять
Он воплотится в тело для мученья,
Для поиска и претворенья,
Для бега вверх и возвращенья вспять.
Ты, вечный дух упорного стремленья,
Что породил собой Добро и Зло,
Кто не оставил в мире ничего, —
Вне сферы знания и воли превращенья,
Твори,
Великий Дух,
И обращай природу
В громадную арену мощных сил,
Которые собой ты породил,
Чтобы в борьбе завоевать свободу
И вызвать катаклизм, а может быть, и смерть
Матери косной и ничтожной,
Но сделать невозможное возможным
И к новой жизни возродиться впредь.

Исходя из чисто психологических соображений, авторство А.Д.Александрова также придется исключить. Академик Александров — по натуре борец, активно создающий и перестраивающий действительность, а таинственный автор — наблюдатель и созерцатель, сливающийся с действительностью.

Постоянные читатели «Химии и жизни» могут вспомнить и про основателя этого журнала, выдающегося физико-химика Игоря Васильевича Петрянова-Соколова (1907—1996) — он ведь тоже писал хорошие научно-философские стихи. Например, про Кота, который, в отличие от людей, может воспринимать странные свойства времени. По своему стилю И.В.Петрянов-Соколов гораздо ближе таинственному автору, чем А.Д.Александров.

Забегаю вперед, скажу, что и эта идея неверна.

Большинство участников олимпиады правильно поняло идеи, положенные в основу стихотворения. А вот по поводу личности автора и времени написания возникла разногласия.

Часть участников олимпиады отнесла стихотворение к началу XX века. Это предположение небезосновательно: размышления о жизни и ее месте и роли в Космосе были тогда весьма популярны. Вспомним труды К.А.Тимирязева, В.И.Вернадского, К.Э.Циолковского. Мы сегодня даже говорим о «русской космической философии» как одним из направлений мировой философской мысли.

Влияние идей русской космической философии на мировоззрение автора не вызывает сомнений. Хотя в нем и не проявляется основная идея этого философского направления — представление об активной роли жизни и разума во Вселенной. Но русская космическая философия не ограничивается концом XIX — началом XX века: ее последний великий представитель Иван Антонович Ефремов умер в 1972 году.

Другая часть школьников датировала это стихотворение 1950—1960 годами — периодом блистательного расцвета отечественной науки. С романом В.Ф.Тендрякова связать это стихотворение никто не пытался: как мы узнали во время разбора вопросов, этот роман участники олимпиады не читали.

Немалая доля отвечающих пришла к логичному выводу, что стихотворение написано крупным научным ра-



ботником. Школьники, предположившие это, получили дополнительный балл. Несмотря на то что это предположение неправильно. Хотя и логично. Но подлинная истина была столь невероятна, что никто из участников олимпиады даже не пытался думать в правильном направлении. Как мы, впрочем, и ожидали.

Стихотворение, предложенное участникам олимпиады, написала 20 с лишним лет назад их сверстница, ученица 10-го класса средней школы из небольшого районного центра Оля Л. (род. в 1966 году). Сегодня Ольга Петровна Л. — уважаемый вузовский преподаватель, доцент, кандидат филологических наук, автор немалого числа литературно-критических статей, посвященных как отечественным, так и зарубежным писателям, а также статей по проблемам школьной и вузовской педагогики. Насколько мне известно, в последние 20 лет стихов она не публиковала.

Ну, хорошо, скажет читатель, а зачем предлагать такой вопрос на биологической олимпиаде? Он же не проверяет знания по биологии.

Почему-то многие люди считают, что олимпиады по математике, физике, химии и биологии проводятся исключительно для того, чтобы проверить знания и решить, кто из участников олимпиады самый-самый. И конечно, показать широкой общественности и педагогическому начальству, кто из педагогов лучше готовит школьников к олимпиаде, за что и заслуживает от этого начальства всяческих поощрений.

С людьми, придерживающимися подобной точки зрения, разговаривать очень скучно, ибо они не понимают, что главная цель проведения предметных олимпиад заключается не в том, чтобы узнать, кто лучше, а предложить юношеству информацию для размышлений.

На какие же интересные мысли может навести участников олимпиады вопрос об этом стихотворении?

Во-первых, на мысль о том, что научные идеи можно выражать не только на скучном псевдоакадемическом жаргоне, как это делается в большинстве школьных учебников, но и в художественной форме. Более того, идеи, выраженные в художественной форме, оказываются интереснее и понятнее.

Во-вторых, что большие ученые иногда напоминают подростков, а подростки — больших ученых. Например, когда и те и другие ищут истину.

В-третьих, что художественную литературу создают не только писатели, творения которых включены в школьную программу.

И в-четвертых, что наука обязательно имеет философскую компоненту.

Эту статью мне хочется закончить словами ученического кота Котангенса, который справедливо говорил, что «Настоящие Ученые — всегда Поэты. Даже если они не пишут стихи».



Химическая борьба

С.О. Комаренко

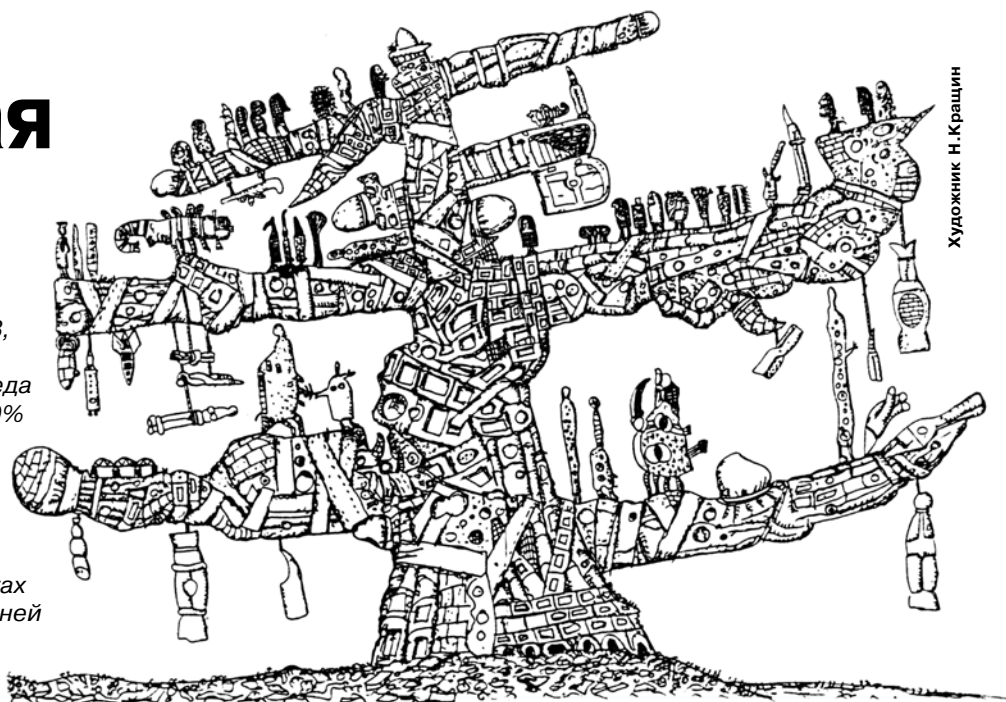
Отгремели олимпийские баталии-2008, и пришло время анализировать успехи. Самая главная новость — победа сборной Китая, которая набрала на 30% больше золотых медалей, чем ближайший соперник — сборная США, и в два раза больше, чем занявшая третье место сборная России. Злые языки сразу же начали говорить, что причина не только в высоких стандартах КНР по подготовке спортсменов с ранней юности, но и в успехах китайских фармацевтов, которые сумели обмануть антидопинговый контроль.

А как раз накануне Олимпиады в «European Journal of Mass Spectrometry» европейские специалисты поделились мыслями о том, как следует совершенствовать методики анализов. На основании их статей составить системное представление о проблеме вряд ли возможно, а вот заглянуть в лабораторию, которая занимается антидопинговым контролем, — вполне. Что мы и сделаем.

Работа с хроматографом

Сорок лет назад международное сообщество начало борьбу с маленькими спортивными хитростями, благодаря которым победу в соревнованиях может одержать не самый сильный или умелый, а самый хитрый; тот, кто додумался посоветоваться с врачом и принять препарат, увеличивающий силу, ловкость или выносливость. Другими словами, возник антидопинговый контроль. Как положено по законам диалектики, с тех пор не прекращалось соревнование между методами нападения — поиском все новых препаратов, которыми можно воспользоваться на законных основаниях либо тайком, и методами защиты — совершенствованием способов обнаружения этих препаратов.

Каждый год Мировое антидопинговое агентство обновляет список запрещенных препаратов. Когда мы в прошлый раз писали о допингах (см. «Химию и жизнь», 2001, № 12), он состоял из пяти основных групп. Сейчас в него входят девять групп веществ (анаболики, гормоны и вещества аналогичного действия, бета-2-агонисты, антагонисты и модуляторы гормонов, мочегонные и другие маскирующие средства, стимуляторы, наркотики, каннабиноиды, глюкокортикостероиды) и три метода (улучшение обмена кислорода, химические или физические воздействия, а также генетический допинг, под которым понимают гипотетическое применение стволовых клеток). Кроме того, в отдельных видах спорта запрещено потребление бета-блокаторов, которые оптимизируют работу сердца, и алкоголя. Итого более двух сотен веществ, различающихся фармакологически и химически, а лекарственных препаратов, в состав которых входят эти вещества, — тысячи. Контрольная лаборатория должна уметь находить следы всех этих веществ и продуктов их превращения в организме человека. Наиболее распространенный способ — одновременное выявление их следов в пробе мочи. Если результаты вызовут подозрения, то проводят более тщательный анализ. Причем времени на это совсем немного, ведь запрещенные вещества могут быстро исчезать из организма без следа или оставляя такие следы, которые невозможно отделить от веществ естественного про-



Художник Н. Краштин

исхождения. А спортсменов много. Поэтому перед химиками стоит нетривиальная задача — поиск мельчайших концентраций множества веществ одновременно и в сотнях проб. Следовательно, метод должен основываться на оборудовании и реактивах, которые нетрудно обеспечить в нужном количестве, и за один раз определять если не все вещества из запретного списка, то хотя бы принадлежащие к одной крупной группе.

Чтобы это сделать, применяют хроматограф и масс-спектрометр. Надо сказать, что хроматография, гениальное изобретение русского ученого М. Цвета, в настоящее время представляет собой самый распространенный, хотя и далеко не единственный, метод разделения соединений. Соответственно хроматографы, газовые и жидкостные, наиболее часто и эффективно используются в химическом анализе. Сейчас они работают в паре с различными методами определения поочередно выходящих из колонки веществ. В области, которая обсуждается в этой статье, наиболее успешно используют комбайны — хроматомасспектрометры или, как их сокращенно называют, хромасы. Приборы в этой паре работают следующим образом. Хроматограф разделяет смесь веществ и они выходят из хроматографической колонки не одновременно, а по очереди. По мере выхода их ионизируют и молекулы искомого вещества, если они содержатся в пробе, частично разрушаются, а частично претерпевают внутримолекулярные перегруппировки. Эти продукты ионизации и определяют с помощью масс-спектрометра. Анализируя известные вещества, аналитики получают тот эталон, благодаря которому искомое вещество можно потом найти в смеси сложного состава.

Довольно долго в контролирующих лабораториях применяли газовую хроматографию, при которой проба поступает в колонку с потоком газа. К сожалению, определяемое вещество необходимо перевести в газовую фазу, а многие интересные в данном случае соединения не выдерживают довольно высокой температуры газовой среды. Иногда положение можно исправить — изменить функциональные группы определяемого соединения, или, как говорят аналитики, дериватизировать соединение, чтобы получить такое производное, которое устойчиво в высокотемпературном потоке газа. Кроме того, чтобы близкие по составу вещества хорошо отделились друг от друга, к ним тоже бывает полезно добавить какие-то функциональные группы. Поскольку к разным веществам нужно присоединять разные группы, это накладывает ограничение на список компонентов, которые можно определить в одной пробе. Чтобы ускорить процесс, надо взять колонку покороче, а давление газа увеличить. Однако в результате время, разделяю-



РАССЛЕДОВАНИЕ

щее выход разных веществ, уменьшается, а это может снизить точность анализа.

Другой способ — жидкостная хроматография, когда сквозь колонку проходит жидкость. Ее главное преимущество — специально преобразовывать анализируемые вещества как правило не нужно, поэтому число компонентов, которые удастся одновременно найти в пробе, резко возрастает. Так что когда удалось масс-спектрометр соединить в одно целое с жидкостным, а не газовым хроматографом, ситуация принципиально изменилась — разумеется, к лучшему, и метод стал мощным оружием в руках борцов с допингом. Особенно если применять тандемную масс-спектрометрию, в которой один спектрометр проводит дальнейшее разделение веществ, а второй их анализирует.

Недавно же появился метод сверхбыстрой жидкостной хроматографии: в колонки засыпают мелкие, диаметром менее 2 мкм, частицы сорбента, а вся система оптимизирована для работы под высоким давлением и с малыми объемами пробы. Именно этот метод испанские ученые из барселонских Госпиталя дель Мар и Университета Помпеу Фабра считают наиболее перспективным. Чтобы обосновать свою точку зрения, они выбрали 33 вещества, которые входят в черный список. Большинство их принадлежало к числу мочегонных, но были и стимуляторы, и маскирующие вещества, и вещество, улучшающее кислородный обмен, и метаболиты бета-блокаторов. Все эти соединения добавили в чистую мочу, а потом за рекордные пять минут все их нашли в пробе и определили концентрации.

Манипуляции с водой

Изобретательности спортивных врачей в использовании лекарств не по назначению можно подивиться. Вот, к примеру, многочисленные мочегонные средства, казалось бы, совершенно безобидные вещества. Как они могут способствовать получению высоких спортивных результатов? Двумя путями. Первый: сократить на время вес борца, боксера, штангиста. Спортсмен, чей вес из-за потери жидкости уменьшится, попадет в другую весовую категорию, а сила-то у него останется прежней.

Второй путь более хитрый. Возьмем стимулятор, который либо сам по себе вырабатывается в организме человека, либо продукты его распада не отличишь от образующихся естественным путем. Очевидно, что его концентрация в моче или крови в любом случае не будет равна нулю. Если принять такой запрещенный препарат, а потом добавить мочегонное, то количество вышедшей из организма жидкости увеличится, а концентрация вещества в ней соответственно уменьшится. Неудивительно, что принимать мочегонные препараты спортсменам во время соревнований запрещено. Однако, не всякое мочегонное может быть принято спортсменом злонамеренно.

Вот, например, маннит — один из тройки широко известных сахарозаменителей, среди которых есть еще ксилит и сорбит. По строению эти вещества родственники, многоатомные спирты, которые можно получить, соответственно, из сахарозы, ксилиты и глюкозы. Но D-маннит, в отличие от сорбита, еще и диуретик. Поэтому в медицине его часто используют как мочегонное, для того, например, чтобы снижать давление. Ближайший родственник маннита, да что там, вообще его стереоизомер — сорбит, еще более сладкий сахарозаменитель: молеку-

лы этих веществ различаются друг от друга взаимным расположением в пространстве гидроксильных групп. Как же химикам в лаборатории отличить спортсмена, которому сделали запрещенный укол с маннитом, от того, кто выпил чаю или газировки с сорбитом?

Вот как предлагают решать эту задачу ученые из кельнского Германского спортивного университета. Они выбрали газовую хроматографию и масс-спектрометрию. Для успеха предприятия все ОН-группы заменили на более тяжелые ацетильные. Это помогло разделению изомеров в колонке: время между соответствующими пиками на хроматограмме составило около трех секунд. Затем они отобрали группу добровольцев, которых стали поить водой с маннитом и сорбитом, давая по пять—десять граммов этих веществ в день, и смотрели, как это скажется на составе мочи. Оказалось, что маннит в организме никак не изменяется и почти весь выводится за три часа после приема, хотя и через восемь часов его концентрация все еще составляет 200 мкг/мл. А вот сорбит ведет себя совсем по-другому. Значительная его часть в организме претерпевает изменения, и уже спустя 4—6 часов его концентрация в моче падает почти до нуля. Результаты исследования мочи людей, которым специально маннит не давали, показали, что средняя его концентрация равна 55—250 мкг/л. Обычно же для получения необходимого спортсмену эффекта нужна доза в 50—100 г маннита, что повысит его концентрацию в моче до 25—50 мг/л. Вот так благодаря количественному анализу можно уличить недобросовестного спортсмена, даже если он будет рассказывать, что накануне злоупотребил газировкой с сорбитом.

Глицерин, наоборот, способствует сохранению жидкости в организме. И это его качество тоже можно использовать для улучшения спортивных результатов, особенно в тех видах, которые связаны с длительными нагрузками — велосипедными гонками или триатлоном. Как показали эксперименты, там, где требуется еще и быстрота реакции, скажем, в теннисе, использование глицерина для снижения потерь воды никакого эффекта не дает. Однако глицерин образуется в процессе обмена веществ, а именно превращения жиров, и поэтому всегда присутствует в плазме крови, особенно у спортсменов, выполняющих силовые упражнения. Кроме того, глицерин входит в состав лекарств, которые применяют для лечения глаукомы или понижения внутричерепного давления. Как же отличить законный глицерин от запретного?

Чтобы определить, что есть глицериновая норма, а что — ее превышение, ученые из того же университета обработали 1039 анализов мочи спортсменов самых разных дисциплин, причем анализы были взяты как во время соревнований, так и вне них. Оказалось, что вопреки распространенному мнению, согласно которому у здорового человека глицерина в моче нет, содержание этого вещества во всех пробах отнюдь не стремилось к нулю. Обычно оно было менее 20 мкг/л (а порог определения при использовании газовой хроматографии и масс-спектрометрии равен 0,9 мкг/л), однако в некоторых случаях доходило почти до 200 мкг/л. Более того, содержание глицерина варьировало в зависимости от вида спорта: у одних спортсменов повышенное содержание глицерина наблюдалось во время соревнований, у других — в состоянии покоя. Все эти нюансы нужно учитывать при обработке антидопинговых проб. В целом ученые пришли к выводу, что пределом содержания глицерина в моче следует признать 200 мкг/л. Поэтому проба, в которой в 2007 году намерили 2690 мкг/л, несомненно свидетельствует о незаконном применении глицерина.

Болезнь — залог победы

Есть такая околоспортивная шутка: эх, нам бы спортсмена, у которого побольше болезней, мы б из него сделали чемпиона! Например, очень хорош лыжник, страдающий астмой. Почему? А потому что в 40-е годы прошлого века был придуман противоастматический препарат метоксифенамин. И сам он, и осо-



РАССЛЕДОВАНИЕ

бенно один из продуктов его метаболизма весьма схожи по химическому строению с известным стимулятором амфетамином, кроме того, метоксифенамин принадлежит к числу бета-агонистов. (Такие вещества взаимодействуют с бета-блокаторами — в норме их активируют адреналин и норадреналин.) Поэтому спортсменам запрещено его принимать, а лыжнику-астрематику можно прописать другое лекарство, на которое антидопинговый комитет еще не обратил внимание. Однако искать это метоксифенамин в моче непросто, потому что у него есть несколько изомеров, в том числе обладающих наркотическим действием. Как же химики различают такие вещества?

Несмотря на то, что злоупотребления метоксифенамином случаются редко — всего два раза за четыре года, прошедшие с Олимпиады-2004, — такая проблема имеется, и в очередной раз она возникла в начале 2008 года, когда немецким ученым показали подозрительными результаты анализа, выполненного методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии. Выяснять подробности они стали, применив жидкостную хроматографию с тандемным масс-спектральным анализом, о которой шла речь в начале статьи. В данном случае ее дополнительным преимуществом была возможность использовать непосредственно анализируемую мочу, что позволило обойтись без потерь и так небольшого количества материала.

Как оказалось, жидкостная хроматография легко разделяет изомеры этого соединения — время между пиками на хроматограмме составило почти целую минуту. А масс-спектрометр дает немного различающуюся высоту пиков. При повторном анализе подозрительной пробы оказалось, что искомое вещество проходит сквозь колонку за то же время, что и метоксифенамин, и пики на масс-спектрограмме соответствуют именно ему, а не какому-то изомеру. Так было подтверждено использование допинга.

Разложение гормона

Однако самые большие трудности связаны с анаболиками, которые способствуют быстрому росту мышц и восстановлению сил после физических нагрузок. Медики применяют эти препараты для лечения ослабленных болезнью пациентов, а также назначают при остеопорозе. Некоторые культуристы используют их (не задумываясь о печальных последствиях) для получения хорошей фигуры. Ну а спортсмены — для победы на соревнованиях.

До недавнего времени в поле зрения антидопингового комитета попадали главным образом стероидные гормоны андрогены, аналоги мужского полового гормона тестостерона. Приготовляя препараты на его основе, фармацевты стараются усилить действие этого гормона на мышцы, при этом сведя к минимуму специфические эффекты, связанные с полом, а также разрушительное влияние на печень и сердце. Ныне известно несколько сотен легальных аналогов тестостерона, не считая продукции нелегальных лабораторий и веществ, специально приготовленных для обмана проверяющих органов. Определять андрогены в пробе сложно еще и потому, что эти гормоны полностью преобразуются в организме и, как правило, в моче удается найти только продукты их превращения. Поэтому нужно заранее знать, что следует искать.

Кроме того, совсем недавно, в 1998 году, появились нестероидные модуляторы андрогенных рецепторов. Из-за отсутствия стероидной компоненты они не обладают некоторыми побочными действиями своих предшественников и поэтому считаются весьма перспективными. Более того, можно приготовить вещество, которое будет активировать или тормозить андрогенные рецепторы только у клеток определенной ткани. Множество таких препаратов еще не прошли клинических испытаний и потому как будто не существуют. Недобросовестные же спортсмены вполне могут их использовать. Неудивительно, что в качестве превентивной меры нестероидные андрогенные модуляторы в январе 2008 года подпали под запрет.

Не только мужские половые гормоны, но и женские тоже находят свое место в спорте. Примером служат модуляторы эстрогенного рецептора. Фармацевты их придумали для борьбы с раком груди, остеопорозом и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Однако мужчины, которые принимали слишком большие дозы андрогенных анаболиков, подавляют в своем организме естественный синтез андрогенов, и это можно заметить. Прием же эстрогенов помогает этот недостаток компенсировать, поэтому в 2000 году эти препараты подпали под запрет для спортсменов-мужчин. К сожалению, и в этом случае отнюдь не всегда известен список метаболитов, которые нужно искать в моче спортсмена.

Чтобы решить эту проблему, сотрудники антидопинговых лабораторий заранее готовятся к анализу соединений, строения которых они еще не знают. Сложность еще и в том, что о препарате, не прошедшем клинических испытаний, нет никакой возможности узнать, на какие составляющие он разлагается в организме. В самом деле, нельзя же кормить спортсменов-добровольцев веществом, безопасностью которого не доказана. Приходится работать на моделях, то есть либо использовать животных (дорого, но надежно), либо проводить реакции в пробирке (дешево, но менее надежно).

Один из перспективных способов — электрохимический. С его помощью можно промоделировать окисление веществ, присходящее в организме под действием цитохрома P450. Пропуская раствор с препаратом через ячейку с двумя электродами и меняя время от времени потенциал между ними, удается из синтезированного препарата получить вполне достаточный набор метаболитов для последующего анализа. Другой способ — промоделировать превращения стероидных гормонов в организме с помощью изолированных ферментов печени. Как показывает сравнение с данными реальных анализов, набор метаболитов получается вполне приемлемым.

Естественно, коль скоро основой для этой статьи послужил номер журнала по спектрометрии, то этим методом и пользовались все авторы работ для поиска запрещенных веществ. Подобный метод — не единственный в арсенале контрольных лабораторий. Однако именно масс-спектрометрия в различных вариантах — одно из наиболее быстро развивающихся направлений химического анализа. Сейчас сочетанием допинг-хроматографии и масс-спектрометрии удается надежно обнаружить более 600 запрещенных препаратов. Более изощренные методики, включающие изотопный анализ или масс-спектрометрию высокого разрешения/высокой точности, дают возможность выявлять неправомерное использование естественно образующихся гормонов вроде тестостерона, а также различных пептидов и белков. В то же время усложнение допинг-контроля требует все новых методик анализа таких классов веществ, как жиры, углеводы, пептиды, белки и многие низко- и высокомолекулярные ксенобиотики. В общем, химики-аналитики с оптимизмом смотрят в будущее: развитие спорта, сочетающееся с прогрессом химии и фармакологии, не оставит их без работы и химическая борьба долго еще останется олимпийским видом спорта.



Игры для взрослых

1



ИНФОРМАЦИЯ

«Научные развлечения для взрослых» — так называется серия игрушек, которую выпускает японская компания «Gakken». Главное их отличие от игрушек в обычном понимании этого слова состоит в том, что все модели — действующие прототипы настоящих изобретений.

Например, можно своими руками собрать двигатель Стирлинга, принцип работы которого впервые запатентовал шотландский священник Роберт Стирлинг (1816 год). Вы убедитесь, что эта странная на вид машина действительно работает (фото 1). А знаете ли вы, что первый цветной фильм появился не в 1934 году, когда была разработана технология изготовления цветной киноплёнки (и так записано в истории кинематографа), а раньше на целый год? Цветной фильм показали при помощи кинопроектора «REFSY» в одном японском супермаркете. А «плёнка» была бумажной, и на нее нанесли цветные изображения. Этот проектор использовал отраженный от бумажной «плёнки» свет и проецировал изображение на экран. Было продано несколько сотен таких проекторов (фото 2). Надо сказать, что собрать его не так просто.

Многие, наверное, видели репродукции чертежей великого Леонардо да Винчи. Технические новинки, которые опередили время в XV веке, и теперь поражают воображение оригинальными решениями. Когда смотришь на эти старинные рисунки, появляется желание творить. В серии игрушек «Gakken» есть и «Вертолет да Винчи». Я собрал его со старшим сыном и нам обоим очень понравилось (фото 3).

Помимо этих замечательных вещей, можно собрать записывающий и воспроизводящий граммофон, фонограф. У «Gakken» есть и приемник на вакуумных лампах, и ветряной электрогенератор, и вакуумная машина. А также механические сороконожка, краб, гусеница...

Это трудно назвать игрушками. Скорее это хобби для взрослых: покупатели — вполне солидные люди, которые в школе увлекались техническим творчеством или открыли в себе тягу к нему гораздо позже.

П.В.Морозов



2



3

«Семь Пядей» — первая в России сеть магазинов и интернет-магазин умных развлечений. У нас вы найдете интеллектуальные наборы, конструкторы, наборы для исследований, сборные модели, наборы для творчества, настольные игры, развивающие игрушки, компакт-диски и многое другое.

Сеть магазинов «Семь Пядей» — официальный дистрибьютор компаний «Gakken», «Gigo», «Maxitronix», «Capsela», «Sky-Watcher», «Optitech», «Kidmax», «Lyonaeec» и «Bornimago». Первый магазин с торговой маркой «Семь Пядей» был открыт в 2006 году, сегодня в России работают девять магазинов.

<http://www.7pd.ru>



Этот город

Андрей Марченко



ФАНТАСТИКА

Художник Е. Силина

*Этот город скользит и меняет названья.
Этот адрес давно кто-то тщательно стер.
Этой улицы нет, а на ней нету зданья,
Где всю ночь правит бал Абсолютный Вахтер.*
А. Башлачев

Старик Бо поднялся рано, собираясь, пока не сильно жарко, накосить травы для своей лошади. Спустился в конюшню, но застал свою кобылу спящей. Решил ее не будить. Выкатил велосипед, приторочил к нему косу и отправился за травой...

Как водится, бургомистр узнал обо всем последним. В свой кабинет он вошел после завтрака, в неприменной мантии с цепью на груди, но в домашних тапочках на босу ногу.

Там его уже ждал брандмайор, одетый в обычную строгую униформу. По случаю жары на кителе была расстегнута верхняя пуговица.

— Уф!..— проговорил бургомистр, вытирая пот с лица.— Ну и погода с утра! Как думаешь, скоро будет дождь?

— Я сегодня видел воробья, купающегося в пыли,— осторожно ответил брандмайор.— Но он явно выдавал желаемое за действительное.

Бургомистр будто невзначай смел со столешницы в верхний ящик стола оловянных солдатиков. Затем уселся на свое место, милостиво показал на стул гостю. Тот присел.

— Я тут подумал на досуге... А не устроить ли нам в Городе пожар? Разумеется, учебно-тренировочный, к какому-нибудь празднику. Яркие события, люди в форме... Все это должно взбодрить горожан.

— Не думаю, что это хорошая идея,— спокойно возразил гость.— Город не любит пожаров. К тому же при нынешней погоде это просто опасно. Трава высохла, в колодцах мало воды.

Бургомистр кивнул: все это так. Последний пожар случился полтора года назад, в булочной около мэрии. Тогда она находилась в респектабельном центре, но потом рассерженный Город отнес булочную на околицу, где почти все жители пекли хлеб сами.

Впрочем, здесь бывало и хуже: недавно Город вытолкнул за околицу негодный дом, затем потерял целый квартал. Тут неизвестно какая дорога — кольцевая. Встречаются самобеглые газоны. Иной выйдет в магазин за булочками, а его улица возьмет да и выведет за город, в чистое поле.

— Впрочем, я к вам по делу,— сказал брандмайор.
— Вот бы не подумал. И по какому?
— Город ждет чужака.
— В самом деле?
— Дом матушки Гортензии отрастил еще одну комнату на втором этаже, окнами в яблоневоый сад.

Градоначальник кивнул, задумался. Пансион Гортензии славился хорошим обедами, обходительным отношением. Постояльцев здесь не будили, даже если они забывали третий месяц заплатить за комнату.

— Со второго этажа, да на сад, должно быть, чудный вид,— заметил бургомистр.— Кем бы ни был чужак, Город его ценит и ждет.

Брандмайор кивнул: именно так.

— У меня много дел,— соврал бургомистр.— Не соблаговолите ли встретить гостя?— И, глядя в окно, пробормотал:— Хорошо, если это будет часовщик.

Не так давно часы на ратуше остановились, мастера починить их не нашлось, и часть механизма часов была просто заменена заклинанием. И если раньше время управляло часами, теперь иногда получалось наоборот. Бывало, к примеру, что после двух часов дня сразу наступал четверг с обязательным по этому случаю дождичком.

Выйдя из мэрии, брандмайор попытался вспомнить: а где он в последний раз встречал почтовую станцию? Тут же стало стыдно: получалось, что старика Бо он не видел давненько.

Брандмайор стал искать почтовую станцию единственно возможным способом: пошел, куда глядели глаза. И действительно, скоро увидел мачту Неугасимого маяка. Возле станции стояла почтовая карета, вросшая в землю чуть не по самые оси. Уж не понять, отчего в Городе была почтовая станция с этой самой каретой.

Впрочем, имелись в Городе и другие нелогичные вещи.

Многие считали: что толку с брандмайора, когда за пять лет — два пожара? Особенно часто так думал бургомистр: на сэкономленные деньги можно было... Ну, в общем, мало ли что можно сделать с деньгами?

В отместку брандмайор думал: а что толку с бургомистра? Все равно не он правит Городом.

Впрочем, если бы Город указал брандмайору на дорогу, тот сильно бы не расстроился. Был он легок на подъем: ведь вся его семья — он да мандариновое дерево. Но с иной стороны, с каждым годом дерево становилось все больше.

Но и брандмайора, и бургомистра останавливало одно: Город считал иначе. И ратуша, и каланча стояли незыблемо. Равно, как и почтовая станция...

Дверь в помещение станции оказалась закрыта, в окошке кассы паучок неспешно ткал свою сеть. Но брандмайор знал привычки старика почтмейстера. Обойдя здание, он заглянул на конюшню, поздоровался с лошадей. Затем зашел на станцию со служебного входа, но никого в помещении не нашел.

При станции имелась голубятня, на которой порой останавливались транзитные голуби. Старик Бо насыпал им зерна, а взамен читал переносимые вести.

Еще имелась диковинная птица-телеграф. Получилась она путем скрещивания дятла и голубя, ленивого настолько, что ему не хотелось даже летать.

Насест был пуст, птица-телеграф спала. Из приемного отсека брандмайор достал ленту последнего сообщения:

«Сегодня два миллиона семьсот сорок пять тысяч двести восемьдесят девять лет со дня изобретения первого поцелуя. В этот день также была изобретена первая камнететельная праща, но на фоне целующихся людей это изобретение оставалось долгое время незамеченным».

Дата, впрочем, отсутствовала...

На улице послышался шум. Брандмайор выглянул в окно: во двор на велосипеде въезжал почтмейстер. За его спиной возвышался внушительный тюк травы.

Два человека встретились в конюшне. Почтмейстер насыпал в ясли ароматнейшую траву. Кобыла ее поглощала с неспешным достоинством.

— Что поделывать: лето, белые ночи,— словно оправдывая лошадь, сказал почтмейстер.— Лошадь полночи мучает бессонница, потом она спит до обеда. Вот я и не стал будить ее, сердешную... А ты ко мне?

Брандмайор кивнул: ну не к лошади же!

— Ты по поводу прибытия новенького в Город? Нет,— покачал головой почтмейстер,— вестей о его прибытии я не получал, да и все хозяйство у меня без изменений. Не ко мне он прибывает... У нас есть почтовая станция, но к ней нет сущего пустяка — дороги...

По случаю жары брандмайор зашел в пивную Олафа, чтобы освежиться кружкой пива.

— А вы не знаете, какое пиво любит прибывающий?— как бы между прочим спросил владелец таверны, цедя пенный напиток.

— Наверное, неразбавленное...

Пиво господину брандмайору, в знак особого почтения, было налито в кружку без ручки. Таковых в этой пивной имелось немного.

Когда-то давным-давно Город за что-то обиделся на владельца этого заведения и сделал пивнушку раза в полтора меньше. Тогда Олаф заказал специальные кружки — ручками вовнутрь.

Город шутку не оценил.

Но потом на Город налетела банда бухгалтеров. Все пересчитала, все взяла на баланс, стали требовать накладные на расход дождевой воды, отчет об использовании лунного света.

Совсем замучили горожан.

Город мешал им как мог: скользил, менял каждый день положение домов, улиц и даже свое название.

Но ничего не помогало.

Тогда Олаф в честь Великого Яблочного праздника созвал всех бухгалтеров к себе в зал. Выставил для вида немного пива учебно-тренировочного, светлого, как взгляд младенца. Чуть больше — бархатного. Поболе крепкого, будто мужская дружба. Да черного, словно сердце ночи. А еще пару корзин вина, сухого настолько, что его приходилось не пить, а грызть.

Перепивших счетоводов свалили в прибывший совсем кстати свинарник, и через час банды уже не было в Городе.

Разъяренный на бухгалтеров бургомистр даже думал объявить математику лженаукой и запретить ее преподавание в школе. Но брандмайору удалось его отговорить.

Уж неизвестно, что получил владелец свинарника взамен утерянного, но Олафу Город просто вернул размер пивной — ни больше ни меньше. Хозяин не роптал, а просто оставил пивные кружки такими же — ручками вовнутрь. Все же какая-никакая особенность заведения. Да и пива в такую посуду помещалось чуточку меньше...

Пока же брандмайор пил свой напиток и прислушивался к разговорам посетителей. Народец говорил все больше о том, что в Городе скоро будет новый человек. Но никто не рассказывал ничего такого, о чем не знал начальник пожарных.

Вот только за его спиной кто-то повествовал о случае новом, но, безусловно, отношения к гостю не имевшем:

— ...Ну и за возвращение стрелы надоть лягушку целовать... Поцеловал, а лягушка говорит: «Чтой-то ты целоваться не умеешь, да и царство у тебя второго сорта. Не пойду я за тебя, буду ждать другого принца». Побрел парень домой, встретил девушку простую, с волосами золотыми, аж до самой попы... А лягушка так никого и не дождалась и умерла на болоте жаба жабой!

За столиком напротив тянул свой напиток директор фабрики, производившей неизвестно что.

— Кстати,— спросил брандмайор, будто невзначай,— как у вас идут дела на фабрике?

— Прелестно!— ответил директор.— На этот месяц план по неизвестно чему выполнен в полном объеме! Выпуск непонятно чего вырос на четверть!

— Ясненько... А штат у вас как укомплектован? Нет ли вакансий?

Хитрость была раскрыта. Директор улыбнулся:

— Нет, завод ни в ком не нуждается. Чужак не к нам, если вы об этом...

Как и все хорошее, пиво быстро заканчивалось.

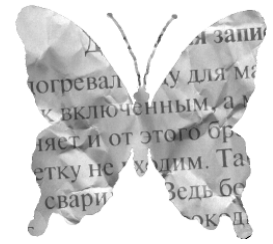
Когда брандмайор потянулся к кошельку, Олаф стал отмахиваться, словно обиделся:

— Что вы, господин пожарный! За счет заведения.

Тем не менее брандмайор положил на стойку монету:

— Сдачи не надо.

Олаф смел монетку, но сдачу отсчитал точно: как вы к нам, так и мы к вам.



Пока выбирал мелочь, проговорил:

— А к слову, нельзя ли для меня устроить должность Дежурного-По-Августу?

Брандмайор задумался: в самом деле, отчего бы не Олаф? У него определенно есть заслуги перед Городом. Может, Город их не хочет замечать, но по-человечески это можно уважить.

— Хорошо,— кивнул брандмайор.— Я поговорю с бургомистром. Наверняка что-то можно сделать.

От пивной Олафа до пансиона госпожи Гортензии было рукой подать. И трактирщик неспроста интересовался вкусами будущего горожанина. Если прибывший любит пиво, то у пивного заведения появится еще один завсегдатай. «А разве можно не любить пиво по такой-то жаре?» — подумал брандмайор, вытирая со лба пот.

Перейдя дорогу, он зашел в пансион. Хозяйка встретила его в зале, словно ждала. Впрочем, говорили, что госпожу Гортензию еще никому не удавалось заставить врасплох. Те, кто пытались это опровергнуть, нарывались на неприятности. Брандмайор не пытался и потому сохранял с госпожой Гортензией хорошие отношения.

Несмотря на наступившую по поводу июля жару, в пансионе было прохладно. Жалюзи на окнах рубили солнечный свет в мелкое крошево, стоял приятный полумрак. Хотелось прилечь на мягкие перины и передремать эту сиесту.

Брандмайор помотал головой, словно сбрасывая с себя искушение — все-таки он был на службе. Затем осмотрел комнату для гостя. Она была чистой, уютной. Расторопные слуги уже расставили мебель, застелили постель. Из окна действительно открывался чудесный вид на сад. В нем неторопливо, но неотвратимо, наклоняя ветви все ниже, зрели яблоки. Наступит день — их соберут, и ветки снова уйдут вверх. И так до следующего года.

Вспомнился девиз бродячего синоптика, как-то попавшего в Город: «Своей работой я приближаю весну». Синоптик, к слову, тоже жил здесь, в пансионе, и довольно странно пропал из Города. В прошлом году помогал хозяйке собирать урожай, но свалился с дерева. На земле его так и не нашли. Решили, что синоптик упал в небо. Говорят, у них такое бывает.

— Как думаете, когда ждать нового постояльца?— прерывая раздумья брандмайора, спросила тетушка Гортензия.

— Думаю, завтра утром, может быть, до обеда.

— Тогда вечером я прикажу поставить в комнате цветы.

Уже спускаясь по лестенке, брандмайор вздрогнул, почувствовав слабый запах серы.

— Все ли хорошо с постояльцами?— спросил он.

— Вы про серу? Не беспокойтесь, это маг из пятого номера. Ему сегодня скучно, и он вызвал какого-то мелкого беса. Однако не для того, чтоб продать душу, а поговорить, сыграть партию в шахматы.

Брандмайор было махнул рукой, но затем вспомнил, заговорил:

— Я не буду прерывать партию в шахматы. При случае передайте ему, чтоб впредь эликсиром вечной мо-

лодости торговал разумнее. Из-за него кое-кто в муниципалитете начал впадать в детство.

К пожарной каланче брандмайор вернулся уже в сумерках.

Открывая дверь, посмотрел на небо, увидел звезду. Вгляделся: единственная ли? Оказалось, действительно первая.

Потом он загадал желание — то же, что и вчера. То же, что и год назад. И вот уже больше года оно не сбывалось. «Ну и что с того?— подумал брандмайор.— Завтра будет новая звезда».

В этот момент он почувствовал, что кто-то тянет его за рукав. Обернулся и увидел девочку.

— Чего тебе?

— У меня песик пропал, цвета дымчато-испуганного. Тебе сверху видно все — вдруг найдешь его.

Брандмайор задумчиво кивнул: никогда не известно, что именно он увидит с каланчи.

Войдя в башню, брандмайор наконец снял китель, оставил на вешалке у входа. По лестенке поднялся на смотровую площадку. Оттуда, как на ладони, был виден весь Город.

И если среди улиц в полный рост стоял вечер, то тут, на высоте, продолжался день...

Брандмайор ужинал, пил чай, поднимал чашку за здоровье заходящего солнца. После трапезы осматривал через телескоп вверенную область на предмет несанкционированного огня.

О телескопе знали все в Городе. Поэтому незамужние девушки в округе покупали кокетливые полупрозрачные занавески. Отходя ко сну, переодевались непосредственно за ними и с горящим ночником.

Но брандмайор, осмотрев Город на предмет открытого пламени, переводил телескоп на огни другие, небесные. А внизу Город снова менялся. Дома кружили, словно в танце. В садах с невыносимой легкостью зрели яблоки.

Гасли огни в окнах домов, и скоро брандмайор оставался наедине со своей бессонницей. Снова пил чай, порой с чашкой спускался вниз, чокался с Городом о чашу фонтана.

Из часов на ратуше выскочила механическая кукушка. Но, осмотрев спящие дома, решила народ не будить и возвратилась назад, в свое гнездо, свитое из металлической стружки. Что она там делала, брандмайору было неизвестно. Да и все то, что происходило внутри механизма, он считал личным делом часов.

Около полуночи брандмайор все же прилег прямо



ФАНТАСТИКА

возле телескопа, укрывшись шинелью. Сон долго не шел, и, чтобы задремать, пришлось считать до самой бесконечности. Начал считать обратно, но все же забился...

Через земляничные поля шла дорога, выложенная желтым камнем. На одном из полей отдыхал туман и, пока никто не видит, лакомился земляникой.

Утром он поднимется в небо, станет облаком, прольется на землю ягодным дождем — явлением столь же редким, сколь и приятным.

А пока стояла ночь, и по желтой дороге спешил человек. У него не было времени обращать внимание на цвет камней под ногами, на туман, на земляничные поля, черные в скупом лунном свете.

Беглец оглядывался, но шага не сбавлял. Смерть так часто гналась за ним и теперь, похоже, выигрывала гонку. Но чем дальше он будет идти, тем больше проживет.

Однако у большого камня путник все же остановился, чтобы перевести дух. Огляделся, прислушался: что стучит в ночи? Копыта вражеских коней? Нет, только его сердце.

От камня отходила бывшая дорога — просека, поросшая травой и молодыми деревцами. Бежать по ней? А что толку, найдут ведь и там...

За это время ничего, казалось, не менялось. Все так же дул ветер, заплетая в косицы траву. Все так жеплыли по небу облака, медленно ползли звезды. Но вдруг ветер стал теплее, запах березовым дымом и пирогами. Бурьян начал отползать с дороги, через минуту она очистилась. Затем полотно стало подниматься, сквозь пыль проступили прямоугольники брусчатки.

Путник сделал по ней шаг...

А в это время на пожарной каланче проснулся брандмайор. Поднялся, осмотрел Город. Прямо от дверей башни к околице шел проспект, которого еще вчера не было.

Брандмайор спустился, пошел по еще спящему Городу. И пока шел, думал, как встречать гостя. Хлебом да солью? В каланче где-то имелась солонка, но сколько там соли, брандмайор точно не знал.

С хлебом дело обстояло хуже. Город просыпался. Вишневыми дровами топили свои печи булочки. Но прежде чем в булочных печь выдаст первый калач, пройдет много времени. А потчевать черствым хлебом или сухарями как-то не то.

Разбудить городской оркестр? Но кому понравится, когда их будят в самый сон?..

Над проспектом свою ветвь клонила яблоня, наверное, вековая, самая почтенная в Городе. Брандмайор сорвал яблоко, попробовал — сладкое. Сорвал еще несколько, спрятал их в карман кителя. Пошел по одинокому променаду дальше, кусая плод.

К городской околице подошли разом: чужак и брандмайор. Пожарник достал из кармана яблоко, протянул прибывшему:

— Хочешь?

Новый горожанин покачал головой, потом оглянулся, Честно предупредил:

— За мной гонятся.

Брандмайор пожал плечами:

— Иногда так бывает.

— Они скоро будут тут.

— Не думаю. В Городе только одно свободное место.

— А те, которые?..— спросил чужак.— Они могут быть опасны.

— Они...— косо улыбнулся брандмайор.— Они с той стороны дороги. И останутся там надолго. Наверняка навсегда.

С момента налета банды бухгалтеров прошло достаточно времени, и теперь Город не даст себя застать врасплох.

А у желтого камня остановилась спешащая кавалькада. Шумно ловили ртом воздух саблезубые боевые кони. Недобро переглядывались их седоки. Злые псы рычали, натягивали цепи. Их слюна падала в дорожную пыль, оборачивалась серой коркой.

Но вот беда, собаки уже не чуяли след. Чтобы скрыть свою растерянность перед хозяевами, тянули поводки в разные стороны.

Суровые всадники направили было коней по просеке, но ноги скакунов путались в бурьяне.

Просека была пуста, трава стояла непрямая. Да и псы, несмотря на строгие ошейники, тянули своих хозяев на дорогу.

Прошла еще минута, и от кавалькады и след простыл.

Оно, наверное, и к лучшему.

Меж тем чужак и брандмайор шли по Городу.

Новенький порой оглядывался назад. Но все реже: его спутник источал спокойствие и уверенность.

«Спросить все же, чем он занимается?— думал брандмайор.— Да ладно, успеется...»

Над Городом загорался новый день.



СОРБОМЕТР™

АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предназначены для исследования текстурных характеристик дисперсных и пористых материалов, в том числе нанокomпозитов, катализаторов, сорбентов, и т.д.

Характеристики

- Диапазон измерения удельной поверхности: 0,1-1000 м²/г
- Погрешность измерений: 6% во всем диапазоне
- Полная автоматизация циклов адсорбция-десорбция
- Автоматическая калибровка
- Станция подготовки образцов к измерению

Прибор **СОРБОМЕТР** обеспечивает

- Измерение удельной поверхности однотоочечным методом БЭТ



СОРБОМЕТР

СОРБОМЕТР-М



Прибор **СОРБОМЕТР-М** обеспечивает

- Измерение изотермы адсорбции
- Измерение удельной поверхности многоточечным методом БЭТ и STSA, объема микро- и мезопор
- Расчёт распределения мезопор по размерам

Области применения

- Научные исследования
- Учебный процесс
- Химическая промышленность
- Горно-обогатительная промышленность
- Атомная промышленность
- Производство огнеупорных и строительных материалов
- Производство катализаторов и сорбентов

Баклажаны

Что за овощ баклажан? Баклажан принадлежит к семейству пасленовых. Он близкий родственник картофелю и томатам, но, в отличие от них, имеет азиатское происхождение. В Индии до сих пор встречаются дикие баклажаны, да и возделывать их начали с незапамятных времен. Из Индии и Китая баклажаны попали в Северную Африку, откуда примерно 1200 лет назад мавры завезли их в Андалузию. Позднее баклажаны стали выращивать и в других странах Южной Европы, причем первоначально как декоративное растение: врачи того времени считали, что баклажаны вызывают лихорадку и эпилептические припадки.

В Россию баклажан попал только в XVII–XVIII веках из Ирана, Малой и Средней Азии, так что во времена Ивана Грозного он был заморской диковиной. Вместе с овощем пришло с Востока и его название, произошедшее от арабского al-badhijnan.

Баклажан – многолетнее растение, но выращивают его как однолетник. Он образует небольшие кусты, высотой 60–70 см и около 60 см в поперечнике. Плод баклажана, с точки зрения ботаника, – ягода. Мякоть у зрелого плода грубая и невкусная, поэтому баклажаны едят несколько недоспевшими. В это время они окрашены, главным образом, в лилово-фиолетовые тона. Когда баклажан пожелтел, собирать его уже поздно. Впрочем, баклажаны бывают разных оттенков, поэтому их спелость лучше определять не только на цвет. На плод нажимают пальцем, и если он легко проминается при нажатии, пора его сорвать.

Что придает коже баклажанов такой красивый сине-фиолетовый цвет? Баклажаны на юге ласково называют «синенькими». А синенькие они потому, что в их глянце­вой коже есть вещество дельфинидин (оно же содержится в голубом цветке дельфи­ниума). Кальциевая и магниевая соли дельфинидина – синие, калиевая – пурпурная. И посему окраска овальных или грушевидных плодов баклажана колеблется от истинно синей до густо-фиолетовой, почти черной. В V веке элегантные китайские дамы специально натирали зубы кожей темного баклажана и сверкали серебристо-черной улыбкой. Однако на самом деле не все баклажаны синенькие. В зависимости от сорта и степени зрелости цвет плодов может быть и молочно-белым, и золотистым, и светло-лиловым.

Говорят, в баклажанах много микро- и макроэлементов? Плод баклажана содержит до 92% воды. Питательных веществ в нем мало, но микро- и макроэлементы действительно имеются в достаточном количестве. Не случайно пособие по биохимии плодов отмечает: «В консервах из баклажанов проявляется тенденция к наибольшему концентрированию микроэлементов». Баклажаны содержат калий, натрий, кальций, магний, фосфор и железо. Особенно много в них калия, который помогает вывести избыток жидкости из организма и улучшает работу сердечной мышцы. Баклажаны нормализуют водно-солевой и липидный обмен и выводят соли мочевой кислоты. Они полезны при подагре, различных сердечно-сосудистых заболеваниях, атеросклерозе, запорах, отеках, нарушениях функции печени и почек. Полезны баклажаны и больным, принимающим кортикостероидные препараты. Впрочем, баклажаны – не единственный источник калия. Этими ионами богаты и другие овощи – капуста, кабачки, тыква, картофель, – а также абрикосы.

Богаты ли баклажаны витаминами? Баклажаны содержат аскорбиновую и никотиновую кислоты, каротин, тиамин и рибофлавин. Аскорбиновой кислоты (витамина С) в их плодах столько же, сколько в моркови и груше, а в баклажанной икре – столько же, сколько в вишневом соке и малиновом варенье.

Однако польза баклажанов не исчерпывается витаминами и микроэлементами. Эти овощи содержат комплекс веществ, обладающий антиму­тагенной активностью. Природа антиму­тагенов пока не установлена, тем не менее ясно, что к их числу относятся не только витамины. Японские ученые превратили в кашу овощи и фрукты пятидесяти девяти видов и исследовали эту массу на антиму­тагенную активность. Выяснилось, что опасное действие мутагенов, с которыми работа-



ли ученые, лучше всего нейтрализуют кочанная капуста, зеленый перец, баклажаны, яблоки, съедобный лопух (корень лопуха – обычный ингредиент в японской кулинарии), имбирь, ананас и листья мяты. Причем самый широкий спектр действия оказался у баклажанов, лопухов и брокколи: они инактивировали несколько мутагенов. И все же полезны только свежие овощи: при кипячении растертой массы антимутагенная активность пропала. Вот почему так важно не злоупотреблять тепловой обработкой при приготовлении овощей.

Правда ли, что с помощью баклажанов можно поддерживать кислотно-щелочной баланс в организме? Поддерживать кислотно-щелочной баланс внутренней среды нашего организма очень важно. И вот какой интересный парадокс. Продукты, по вкусу вроде бы и не кислые – мясо, яйца, хлеб, крупы, – закисляют внутреннюю среду, что плохо. Зато овощи и фрукты, явно кислые на вкус, наоборот, внутреннюю среду защелачивают. Баклажаны тоже обладают отличными защелачивающими свойствами.

А еще баклажаны при длительном и постоянном употреблении в пищу заметно снижают уровень в крови жиров, в том числе холестерина, препятствуя таким образом развитию атеросклероза. За это отвечают пектиновые вещества. Кроме того, баклажан содержит очень сильные антиоксиданты, которые защищают мозг от свободных радикалов, облегчают передачу к нему питательных веществ и выведение токсинов. Поэтому фрукты и овощи должны быть на нашем обеденном столе каждый день. А ранняя осень – самое подходящее время для баклажанов.

Почему баклажаны горчат? Они действительно бывают горькими. И все из-за специфического для этих овощей глюкоалкалоида соланина М, или меланогена. В больших количествах это вещество ядовито. Но в недозревших баклажанах, которые мы едим, его немного, так что волноваться не из-за чего. Но если нужно избавиться от горечи, баклажаны вымачивают в соленой воде. В спелых баклажанах меланогена гораздо больше, поэтому они и несъедобны. А предки культурного баклажана были еще горше, так что никто их не ел. Лишь те, у кого болели зубы, держали во рту вареный баклажан, чтобы его горечь заглушала боль. Кстати, в небольших количествах меланоген полезен: он способствует укреплению капилляров.

С чем сочетаются баклажаны? Мякоть сырых плодов баклажана похожа на вату и практически безвкусна. Приятный вкус она приобретает только после тепловой обработки: чаще всего баклажаны обжаривают на оливковом масле или тушат в масле же вместе с чесноком и помидорами, зеленью, сыром. Приправы в данном случае необходимы, равно как и соль, убирающая горечь. Если мякоть сырого баклажана побурела, ее можно осветлить несколькими каплями лимонного сока.

Вообще, вариантов приготовления баклажанов множество, как и у грибов. Очень популярна баклажанная икра. А можно нафаршировать баклажаны, благо они сочетаются с самыми разными продуктами: с мясом, с сыром, с рисом и с другими овощами и зеленью. Кстати, белковая начинка добавит блюду необходимые питательные вещества, которых в самом баклажане очень мало.

Эта малая питательность – своего рода ловушка. Сто граммов баклажанов содержат всего 18 ккал, но при готовке они легко впитывают масло, которого уходит довольно много. Поэтому большинство блюд из баклажанов жирные, и готовить их лучше на оливковом масле, самом полезном для здоровья.

Можно ли приготовить баклажаны без масла? Тем, кто желает наслаждаться всеми полезными свойствами баклажанов, не обременяя организм лишними калориями, можно предложить готовить эти овощи без масла. Естественно, такие рецепты требуют большого количества специй.

В Молдавии, например, баклажаны квасят вместе с морковью, петрушкой, сельдереем, сладким перцем, чесноком и укропом. Иногда овощи и пряности укладывают не между слоями баклажанов, а внутри них, и овощ получается не только заквашенным, но и фаршированным.

В Грузии баклажаны отваривают. Вареный баклажан обязательно надо отжать руками или под прессом (он ведь не только масло впитывает, но и воду), а потом нарезать ломтиками и перемешать с приправой, в которую входят грецкие орехи, чеснок, лук, пряная зелень, гранатовый сок и другие специи. А еще баклажаны можно испечь без жира на противне в духовке, очистить от кожицы и опять-таки смешать с приправой.

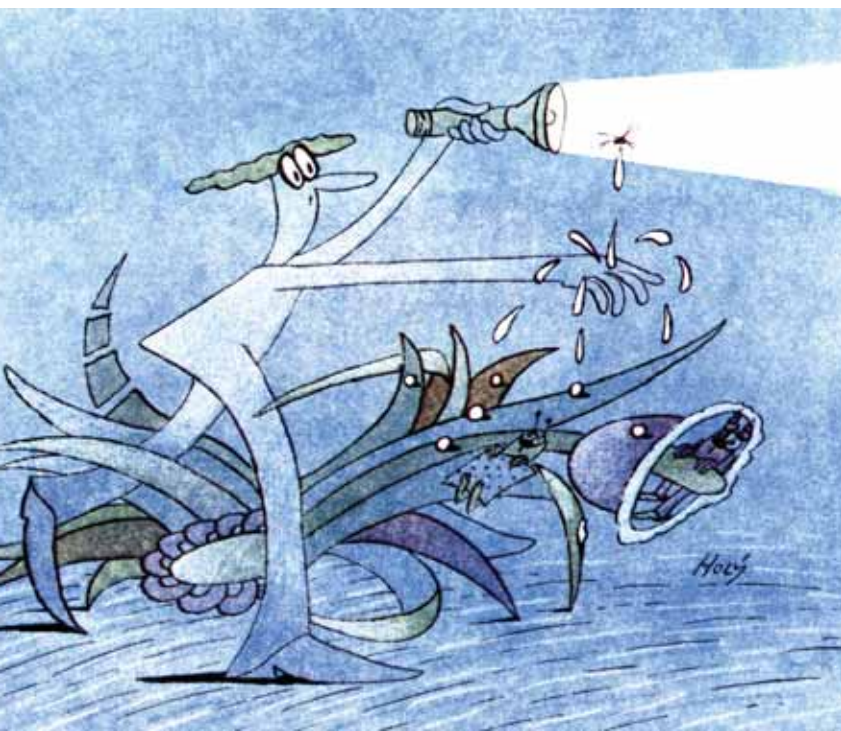
Л.Викторова

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ



Художник Е. Станикова





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Убийственная любовь гуппи

Казалось бы, трудно себе представить более красивую рыбку, чем самец гуппи с его пышным, ярко разукрашенным хвостом. А вот самки гуппи так не думают. По их мнению, самцы слишком навязчивы. Причем настолько, что впору убежать от них прямо в пасть хищнику. Этот интересный факт из жизни рыбок установили британские ихтиологи Сафи Дарден и Дарен Крофт соответственно из Бангорского и Эксетерского университетов («Biology Letters», 6 августа 2008 года). А опыты свои они ставили с недобровольным участием обитателей тринидадской реки Туруре.

Внешне самцы и самки гуппи совсем не похожи: первые — маленькие и яркие, вторые же — большие и невзрачные, то есть обладают защитной окраской. А партнера для производства потомства самки стараются выбрать поярче: у них это считается признаком силы и здоровья. Если же рядом крутится какой-то не очень яркий, но настырный самец, то он, во-первых, мешает установлению контакта с принцем сердца, а во-вторых, приходится тратить силы, чтобы его отогнать. Однако эти силы могли бы пригодиться рыбке, чтобы и о себе позаботиться, и икру получше выносить. В общем, что-то надо делать с навязчивыми самцами.

Как показали опыты британских ученых, тринидадские гуппи придумали весьма радикальный способ: они уходят в глубину. Не всякий самец осмелится за ними туда последовать: там, в глубине, живут многочисленные хищные рыбы. Невзрачную самку они, может быть, и не заметят, а вот переливающийся всеми цветами радуги яркий хвост самца никак не оставят без внимания.

Может быть, самки-гуппи просто любят поплавать в глубине? Но когда рядом нет самцов, они вполне комфортно чувствуют себя близ поверхности воды. К зубам хищников их гонит чрезмерно горячая страсть маленьких красавцев.

С.Анофелес

Пишут, что...



...международный итало-российско-германо-шведский проект PAMELA (Payload for Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics) обнаружил в космосе избыточные антиэлектроны («Nature», 2008, т. 454, № 7206, с. 808—809)...

...определено глубинное строение Южно-Сахалинского грязевого вулкана, рядом с ним найден еще один вулкан, потухший 60—70 лет назад («Тихоокеанская геология», 2008, т.27, № 4, с.16—24)...

...данные по содержанию пыли и солей натрия в керне антарктического льда со станции «Восток» позволяют утверждать, что глобальные потепления и похолодания начинаются в океанических районах Земли («Доклады Академии наук», 2008, т.421, № 3, с.402—405)...

...исследование кристаллических водных льдов методом молекулярной динамики не всегда дает надежные результаты, например устойчивость некоторых структур в реальности может быть больше предсказанной («Журнал структурной химии», 2008, т.49, № 3, с.476—489)...

...кратковременная память основана на зрительном или акустическом коде, а долговременная — на семантическом: в первом случае мы запоминаем звучание или написание слова, во втором — его смысл («Психологический журнал», 2008, т.29, № 4, с.76—83)...

...описаны регуляторные факторы и их взаимодействия, отвечающие за эмбриональное развитие человеческого глаза («Известия РАН. Серия биологическая», 2008, № 4, с.396—408)...

...косвенным подтверждением того, что и у человека имеется новый фоторецептор, открытый у мышей в 2003 году и не относящийся ни к палочкам, ни к колбочкам, могут оказаться результаты экспериментов по восприятию человеком света ламп с различными спектрами («Светотехника», 2008, № 3, с.49—53)...

...при синдроме Дауна, когда больной имеет три хромосомы 21 вместо двух, в мозгу и сердце возрастает содержание пяти микроРНК, гены которых находят-

ся в этой хромосоме («Biochemical and biophysical research communications», 2008, т.370, № 3, с.473—477)...

...глобальное потепление провоцирует учащение приступов астмы и аллергических реакций («British medical journal», 2008, т. 337, № 7667, с.1360)...

...жизнеспособность трансгенных мышей можно повысить в три раза, если ввести в конструкцию трансгена фрагмент хромосомной ДНК («Онтогенез», 2008, т.39, № 3, с.208—211)...

...селекцию медоносной пчелы, которая увеличила бы стойкость пчелиных семей к клещу варроа, нужно вести по особенностям поведения, направленным на снижение численности паразита («Вестник зоологии» НАНУ, 2008, т.42, № 3, с.237—247)...

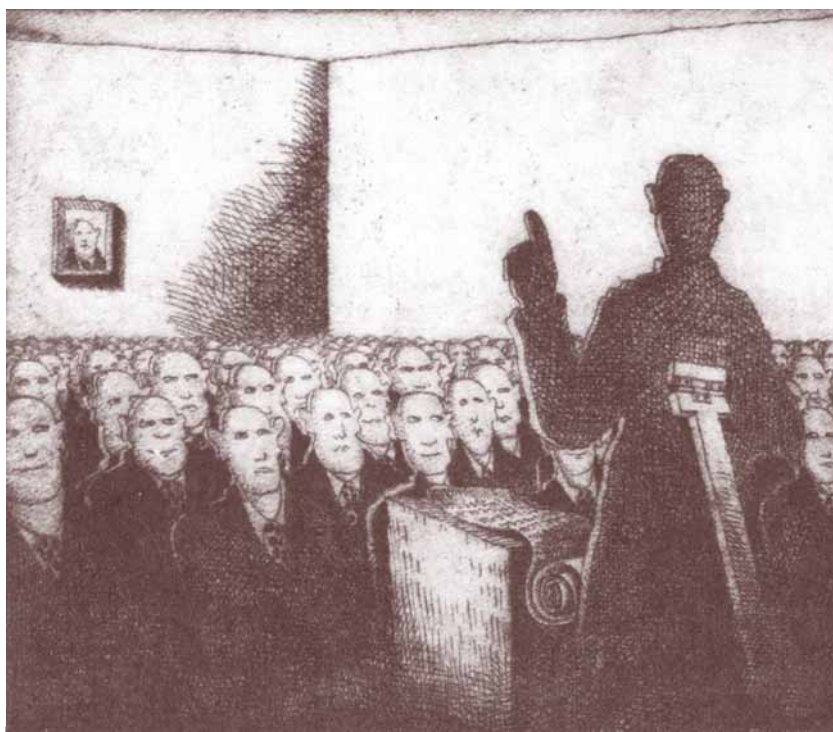
...в Республике Чад найдены два новых вида ископаемых млекопитающих из подсемейства выдровых, которые жили в позднем миоцене; в отличие от современных выдр, они были не слишком хорошо приспособлены к жизни в воде («Zoological journal of the Linnean society», 2008, т.152, с.793—846)...

...в Интернете появляется все больше сайтов, предназначенных для так называемой Science 2.0 — открытых публикаций предварительных научных данных, теорий и проч., например такой проект есть в МТИ — www.openware.org («В мире науки», 2008, № 8, с.32—37)...

...альтернативой дорогостоящему пакету Microsoft Office может стать бесплатный Open Office или недорогой, но мало кому известный WordPerfect Office («Мир ПК», 2008, № 8, с.44—46)...

...белорусский физик-теоретик Ф.И.Федоров (1911—1994), создатель ковариантного, или бескоординатного, метода в кристаллооптике, стал жертвой плагиата со стороны американского ученого Х.К.Чена («Вопросы истории естествознания и техники», 2008, № 2, с.117—130)...

....гипохлорит натрия повышает чувствительность кошек к малым дозам антибиотиков («Ветеринария», 2008, № 7, с.54—56)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

О трезвости американских студентов

Есть такой анекдот. Пришел к Хеопсу подрядчик строительства одноименной пирамиды и стал жаловаться и на то, и на се. Хеопс же ему отвечает — да просто стараться надо больше. И сразу дела пошли на лад.

Примерно так обстоит дело и с антиалкогольной компанией, которую в 1999 году затеяли социологи в Вирджинском университете (США). Для приучения студентов к трезвой жизни они обклеили студенческий городок плакатами с сообщениями вроде: «86% студентов нашего университета отговаривают выпившего товарища садиться за руль», а также организовали постоянный поток статей в студенческих газетах и выступлений на радио, из которых следовало, что вообще-то в университете принято если и пить, то в меру. И товарищей вовремя предупреждать, что норма достигнута. Теперь же пришла пора подводить итоги эксперимента.

Оказалось, что нехитрая пропаганда здорового образа жизни принесла свои плоды. Всего в университете 12,5 тысяч студентов. За пять лет, с 2001 по 2006 год, число травм, полученных в состоянии подпития, сократилось на 1972 в год, а случаев вождения в нетрезвом виде — на 1511. На 553 человека меньше забывали о противозачаточных средствах под действием алкоголя. Количество же студентов, которые сообщили во время опросов, что они не испытали в течение года ни одного из десяти неблагоприятных последствий злоупотребления алкоголем, в числе которых помимо перечисленных были и пропуски занятий, и приводы в полицию, выросло на 2480 человек.

А причина в том, что студент-первокурсник, попадая в университет, не очень хорошо понимает, как надо себя вести в новой среде, и считает за норму то поведение, которое видит у окружающих молодых людей. Если же ему рассказать, что норма — это нечто другое, он вполне может изменить свое поведение.

А. Мотыляев



Художник Е. Станикова

С.П.НАУМОВУ, Пермь: *Лавсан* — это полиэтилен-рефталатное волокно, а *наилон*, о котором мы недавно писали, — волокно полиамидное.

М.Н.АЛЕКСАНДРОВОЙ, Сургут: *Старинные самовары из сплавов меди можно чистить пастой ГОИ или другими подобными средствами; если же пятна не отчищаются, остается обратиться к реставраторам.*

Н.В.СЕРЕГИНОЙ, Кемерово: *Если аскорбиновую кислоту получают из сорбита, который микроорганизм Acetobacter suboxydans окисляет до сорбозы, а следующие реакции проводят люди без участия бактерий — это, несомненно, биотехнология, однако вряд ли она подпадает под определение «без химии»; впрочем, ничего ужасного мы в этом не видим.*

Алексею ТАРАСОВУ, вопрос из Интернета: *Знаменитые «молнии Кататумбо» в Венесуэле действительно наблюдаются на протяжении 10 часов, но это не одна и та же молния так долго сохраняет стабильность — вспышки следуют одна за другой, до 280 в час; однако вы правы в том, что данный феномен весьма примечателен.*

Р.А.ЖУРОМСКОМУ, Санкт-Петербург: *Нам, кажется, еще не приходилось писать в журнале про Short Message Service, но справочные службы говорят, что правильным вариантом теперь считается «СМС-сообщение» — пишем латинскую аббревиатуру кириллицей, как ЮНЕСКО.*

А.А.ЗЕЛЕНОВУ, Москва: *К сожалению, мы не публикуем «народные» варианты таблицы Менделеева, но идея раскрасить ее клетки в цвета спектральных линий соответствующих элементов не лишена привлекательности.*

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ: *В статье С.В.Багоцкого в № 7 по вине редакции была допущена неточность — Б.М.Гулько не преподавал в вузе; приносим извинения автору.*

Э.Х., письмо из Интернета: *Утверждение, что «журнал превратился в рекламный буклет», мягко говоря, немотивированно — реклама в «Химии и жизни» занимает не более трех-четырех страниц из семидесяти с лишним; может быть, вы путаете нас с каким-то другим изданием?*

Обезьянам досталось от общественного мнения. Называли их и воплощениями дьявола, и похотливыми тварями, и разными другими словами. Может, и теория Дарвина была бы воспринята спокойнее, если б она выводила нашу родословную от кого-нибудь другого. А кроме шуток, основная причина нелюбви человека к обезьянам — их сходство с нами: известное дело, чем удачнее карикатура, тем сильнее сердится прототип. Ну а все-таки, неужели наши ближайшие родичи из отряда приматов такие плохие?

Рассуждения о непристойности обезьян мы оставим XIX веку. Ну да, голые красные зады... но если по совести — не тем, кто изобрел турнюр и лосины, осуждать гамадрила за его врожденные качества. Половые признаки у всех видов играют важную роль, а их эстетическая ценность определяется сугубо индивидуально.

Но ведь они занимаются ЭТИМ прямо на глазах друг у друга, да притом еще и беспорядочно, кто с кем попало, возмущенно скажет гуманитарий. Ну, во-первых, в животном мире мало кто просит сородичей отвернуться. А во-вторых, как мы уже отмечали, не все обезьяны одинаковы: гиббоны, например, моногамны.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

Зоологически строгое описание любви приматов способно вогнать в краску человека. Но не потому, что они делают что-то ужасное и небывалое, как раз наоборот — очень уж все знакомо. С ходу и не придумаешь, чего они такого не умеют, что умеют цари природы. У орангутанов, например, обычна позиция «дама сверху». А шимпанзе темпераментно целуются (причем необязательно с эротическим подтекстом: поцелуй может обозначать примирение после драки, совсем как у некоторых человеческих деятелей). Не только у человекообразных обезьян, но даже у макак трудно выделить жесткую, стереотипную схему развития отношений. Инициатива может исходить и от самца, и от самки. Соблазнение может протекать по различным

сценариям. Подход к выбору партнера или партнерши в высшей степени осознанный, обезьяне отнюдь не все равно с кем.

Примечательно, что избранник самки — не всегда «самый крутой». У голубых мартышек безусловному победителю в мужских драках иногда не достается вообще никакой награды. Может быть, это ответ на вопрос, который часто задают люди, имеющие умозрительное представление об эволюции: если естественный отбор благоприятствует мускулистым героям, как развиваются все остальные положительные качества? На самом деле все здесь зависит от женщин...

Пожалуй, главное в любви приматов — умение отойти от стереотипов. Их лю-

бовные игры не так жестко регламентированы, как у других млекопитающих, и не так однозначно ориентированы на конечную цель — произвести на свет потомство. Иначе говоря, у приматов впервые в эволюции появляется секс. Не исполнение программы размножения (кстати, биологи терпеть не могут, когда журналисты говорят о «сексе» у мышей или воробьев), а особое социальное поведение, которое может быть и самоцелью или служить совсем другой цели, например умиротворению партнера. И не надо называть поощрительное спаривание у шимпанзе «проституцией». Конечно, гораздо культурнее выражать лояльность и симпатию словами или, скажем, похлопыванием по плечу. Но не всем это дано от природы.

Е.Котина

2-я выставка «Международная химическая ассамблея – ICA-2008»



1 - 3 октября

www.ica-expo.ru

Россия, Москва,
Центральный
выставочный
комплекс
«Экспоцентр»

Организатор:
ЗАО «Экспоцентр»
при содействии
ЗАО «Росхимнефть»

**Официальная
поддержка:**
- Министерство
промышленности
и энергетики РФ
- Российский
Союз химиков



123100, Россия, Москва,
Краснопресненская наб., 14
Тел.: (495) 255-37-94, 255-37-38
E-mail: chemica@expocentr.ru,
mezvist@expocentr.ru
www.ica-expo.ru,
www.expocentr.ru