



2001
СНЗМЖ И БИМЖИХ







9

Химия и жизнь—XXI век
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

2001

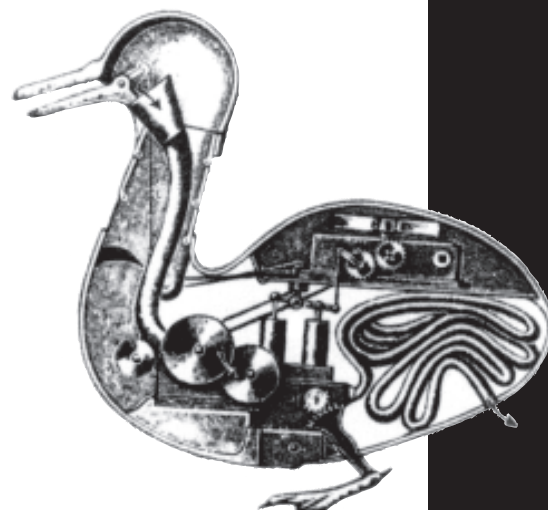
*Бог создал Вселенную
для того, чтобы писателям
было о чем писать.*

Дж. К. Джером



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Астрина
к статье «Способ существования
белковых тел»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Питера Брейгеля.
Окружающий человека мир необыкновенно
разнообразен, но это разнообразие объединяет
некий общий принцип, запечатленный
художником. Читайте об этом
в статье «Вселенский арборетум»*





СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:
Компания «РОСПРОМ»
 М.Ю.Додонов
Московский Комитет образования
 А.Л.Семенов, В.А.Носкин
Институт новых технологий образования
 Е.И.Будин-Соколова
Компания «Химия и жизнь»
 Л.Н.Стрельникова

Зарегистрирован
 в Комитете РФ по печати
 17 мая 1996 г., рег.№ 014823

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:
Главный редактор
 Л.Н.Стрельникова
Главный художник
 А.В.Астрин
Ответственный секретарь
 Н.Д.Соколов

Зав. редакцией
 Е.А.Горина

Редакторы и обозреватели
 Б.А.Альтшулер, В.С.Артамонова,
 Л.А.Ашкинази, Л.И.Верховский,
 В.Е.Жвирблис, Ю.И.Зварич,
 Е.В.Клещенко, С.М.Комаров,
 М.Б.Литвинов, О.В.Рындина,
 В.К.Черникова

Производство
 Т.М.Макарова
Служба информации
 В.В.Благутина

Агентство ИнформНаука
 Т.Б.Пичугина, Н.В.Коханович
 textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 13.08.2001
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт энд Паблшер», тел.: (095) 924-96-88
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции
 107005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:
 (095) 267-54-18,
e-mail: chelife@informnauka.ru

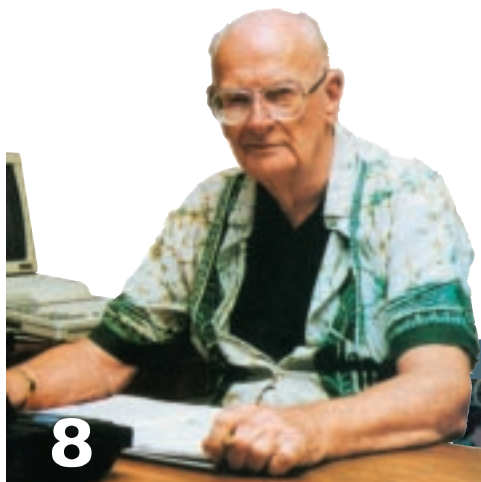
Ищите нас в Интернет по адресам:
<http://www.chem.msu.su:8081/rus/journals/chemlife/welcome.html>;
<http://www.aha.ru/~hj/>;
<http://www.informnauka.ru>

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

Подписные индексы:
 в каталоге «Роспечать» — 72231 и 72232
 в Объединенном каталоге
 «Вся пресса» — 88763 и 88764

© Издательство
 научно-популярной литературы
 «Химия и жизнь»

При поддержке
 Института «Открытое общество»
 (Фонд Сороса). Россия»



Химия и жизнь — XXI век

8

«Возможно, холодный синтез и есть тот Ноев ковчег, в котором так остро нуждается человечество».

Артур Кларк

16



Один из самых необычных нефтепромыслов на Земле, Ярегское месторождение, расположен на юге Печоры. Здесь нефть добывают не на буровой, а в шахте: куски породы, пропитанные нефтью, обрабатывают паром, и жидкая нефть стекает по желобу. А в отвалы идет ценнейшее сырье, содержащее титан.

ИНФОРМНАУКА

ЗАЧЕМ ЧАЙКАМ КРЫША?	4
ФОНАРЬ-ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ	4
ДВИГАТЕЛИ САМОЛЕТОВ ОЧИЩАЮТ ГРИБАМИ	5
ТЯЖЕЛЫЕ ЧАСТИЦЫ АТАКУЮТ ГЛАЗА	6
ЭТИ ОПАСНЫЕ ВЫСОКИЕ КАБЛУКИ	6
СКОЛЬКО ЯБЛОК ДОЛЖНО БЫТЬ НА ЯБЛОНЕ?	7

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Артур Кларк ОДИССЕЯ ХОЛОДНОГО СИНТЕЗА 2001	8
--	---

ИНФОРМНАУКА

С.Комаров СЧИТАННЫЕ НЕЙТРОНЫ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА	10
---	----

ПРОГНОЗЫ

И.Леенсон ДАЛЕКО ЛИ МЫ УПРЫГАЛИ?	12
--	----

НОУ-ХАУ

С.М.Комаров ГРЯЗЬ ОБРАБОТАННАЯ	16
--	----

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

Р.И.Шаяхмедов ДОМ ИЗ НЕТАЮЩЕГО ЛЬДА	20
---	----

КОНКУРС

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ	22
---	----

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

А.А.Нейфах НЕ ТОЛЬКО БИОЛОГИЯ	28
О ДОЛГОЛЕТИИ	33

ИНФОРМНАУКА

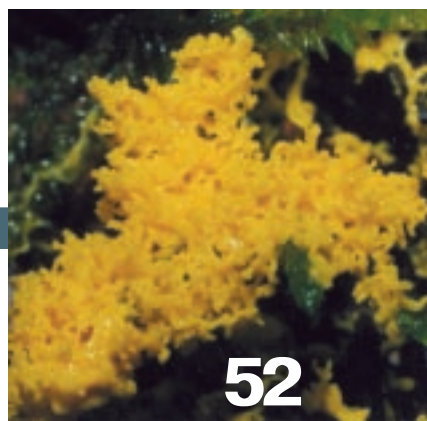
ЧТО НОВЕНЬКОГО НА ЛУНЕ?	35
-------------------------------	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Н.Н.Воронцов ВРЕМЯ, РАЗВИТИЕ, ЧЕЛОВЕК	36
---	----



42
 Без азота белка не построишь. Откуда же его берут растения? Казалось бы, невелика проблема, ведь атмосфера состоит из него почти на 80%. Но молекула азота чрезвычайно прочна, поэтому растения вынуждены пускаться на разные уловки, чтобы разложить эту молекулу на части.



52
 Всем известно умение хамелеона менять свой цвет. Но в природе есть много и других существ, которые по способности перевоплощаться далеко превзошли хамелеона.

В номере

12

ПРОГНОЗЫ

Прогнозы ученых тридцатилетней давности — до 2020 года.

20

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

О серополимерном льде, который не тает и из которого можно строить дома.

28

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ



«Правду, только правду, но не всю правду. Это не научная биография, а некоторые соображения, которые мне пришли в голову по такому случаю. Не знаю, может быть, это и неинтересно. Я еще так рассказывать не пробовал».

А.А.Нейфак

58

РАССЛЕДОВАНИЕ

Фактов активного проявления химиков за пределами химической науки неожиданно оказалось очень много. Общее впечатление можно выразить, слегка переделав знаменитую фразу Ломоносова: широко простирают химики руки свои в дела человеческие.

УЧЕННЫЕ ДОСУГИ

Помпониий Квадрат

ТРАКТАТ О ПРОИСХОЖДЕНИИ И ВЫРОЖДЕНИИ ЧЕЛОВЕКА 42

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Н.Л.Резник

СПОСОБ СУЩЕСТВОВАНИЯ БЕЛКОВЫХ ТЕЛ 44

РАССЛЕДОВАНИЕ

В.А.Дубынин, А.А.Каменский

КОЕ-ЧТО О МОЛОКЕ И КРЕПКИХ НЕРВАХ 48

РАЗМЫШЛЕНИЯ

А.В.Кулик

ВСЕЛЕНСКИЙ АРБОРЕТУМ 51

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

А.Евсюнин

ХАМЕЛЕОНЫ НАШЕГО ЛЕСА 54

ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

Б.А.Цыганков

ФУЛЛЕРЕНОВАЯ ФАНТАЗИЯ 59

РАССЛЕДОВАНИЕ

Ю.А.Золотов

ХИМИКИ, ПРОЯВИВШИЕ СЕБЯ В ИНЫХ ОБЛАСТЯХ 60

ФАНТАСТИКА

К.Ситников

ПРОРЫВ К МОРИЮ 66

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

В.Благутина

НА ПОДХОДЕ БОМБА-ВОНЮЧКА 74

НОВОСТИ НАУКИ 14

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 26

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ 54

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

ПИШУТ, ЧТО... 70

ПЕРЕПИСКА 72



Зачем чайкам крыша?

На крыше инструментального завода в Подмосковье устроили гнезда сотни чаек. Как отремонтировать крышу, не причинив вреда птицам? Хозяйственники обратились за помощью к ученым.

В Союзе охраны птиц России раздался телефонный звонок: директор подмосковного Храпуновского инструментального завода оказался в затруднительном положении и за советом обратился к зоологам. Дело оказалось в крыше, на которой живут и выращивают птенцов сотни чаек. Незваные соседи никому не мешали до тех пор, пока не пришло время эту крышу чинить. Выделили деньги, закупили все необходимое и даже начали ремонт. Но просто взять и согнать птиц с насиженного места — рука не поднялась.

Все мы привыкли, что чайки живут около воды, строят гнезда на берегу или на недоступных человеку островах. Так было веками. Пока птицы не заметили, что у людей есть крыши, просторные и защищенные от крупных хищников.

Гнездование чаек на крышах домов — явление не новое. В Западной Европе и в странах Прибалтики к этому уже привыкли.

Другое дело Восточная Европа, здесь такого раньше не было. Несколько лет назад ученые из Союза охраны птиц России обнаружили поселение чаек на крыше Ногинской трикотажной фабрики. Площадь крыши — около 6 гектаров, покрытых гудроном, но за долгие годы на ней выросли мох, трава и даже небольшие кусты. По подсчетам орнитологов, на крыше поселилось 150–170 пар обычных для Подмосковья сизых чаек, 4 пары серебристых, которые в средней полосе Европейской России довольно редки, и 3 пары черноголовых чаек, настолько редких, что ученым до этого счастливого момента было известно всего одно-единственное место их гнездования на всю Московскую область. Селиться на крыше — совершенно не в характере черноголовых чаек, по крайней мере, раньше такого за ними не водилось. И все три вида на заводской крыше прекрасно себя чувствовали, строили гнезда и успешно выводили птенцов. Ни дать ни взять заповедник!

Расспросив работников фабрики и жителей соседних домов, ученые пришли к заключению, что птичья колония существует около десяти лет, а в конце мая нынешнего 2001 года орнитологи ее навестили снова и засвидетельствовали, что число обитателей крыши увеличилось: сизых чаек стало около 200 пар, а серебристых — в 10 раз больше, чем в прошлом году, око-

ло полусотни. Гнезд черноголовых чаек не нашли, хотя одна птица этого вида жила в колонии. Крышу в Ногинске считали единственным поселением. И вот сюрприз — звонок из Храпунова. Вторая заводская крыша с чайным базаром! Здесь гнездится 250 пар сизых чаек!

Все бы хорошо, да крыши невечные, без ремонта не обойтись. И прежде, чем приступить к работам, хозяева завода решили посоветоваться со специалистами: можно ли сделать так, чтобы не повредить птицам? Зоологи навестили храпуновский чайный базар и решили, что выполнить ремонт с минимальным ущербом для фауны можно. Нужно только начать работы в том конце, где птиц нет, и продвигаться по направлению к колонии постепенно. Пока рабочие отремонтируют дальнюю часть крыши, птенцы успеют встать на крыло. Так и сделали.

Не покинут ли чайки эту крышу после ремонта? Судить об этом можно будет не раньше следующей весны, полагают зоологи, ведь в нашей климатической зоне это первый опыт, и о поселениях чаек на крышах мы знаем еще очень мало.

Фонарь-электростанция

В поиске альтернативных источников энергии российские инженеры разработали не имеющий аналогов фонарь с металловоздушным источником тока. Он работает от электрической энергии, которая образуется в результате электрохимического процесса, превращающего соленую воду и анодные пластины в электроэнергию.



Название этого фонаря — СВЭЛ, то есть «соль-вода-электричество». Он состоит из небольшого бака, съемного анодно-катодного блока, по-

гружаемого в электролит, электрической фары с фокусируемым светом и преобразователя напряжения.

Что нужно сделать, чтобы

фонарь начал производить электроэнергию? Достаточно залить в бак 350 мл воды и растворить в ней 4–5 чайных ложек обычной поваренной соли. Вода не обязательно должна быть пресной, можно использовать морскую, тогда потребуется меньше соли. Полученный 10–15%-ный раствор соли вступает во взаимодействие с анодами — сменными пластинами из широко распространенных магниевых или алюминиевых сплавов и газодиффузионными катодами на основе никелевой сетки и саже-графитовой смеси с каталитизатором. При этом образуется водород, который, благодаря продуманной конструкции фонаря, свободно из него выходит, а электролит при этом не проливается, даже если его поворачивать на 90 градусов в обе стороны.

Заряженный фонарь может работать столько, сколько прослужат электроды. Без смены электролита он выдерживает 10–15 часов постоянной работы, а металлический анод служит 96–100 часов, и его легко заменить. При этом напряжение, вырабатываемое фонарем, не зависит от состояния анодных пластин — оно остается постоянным вплоть до их растворения. Полный срок службы фонаря, по существу, зависит только от катода — это около 4 тыс. часов, а после того как катод вырабатывает свой ресурс, на предприятиях сервиса можно заменить и его. Ну а если фонарь не заряжать? Длительного хранения он не боится и остается в полной «боевой готовности» больше 10 лет.

Сколько прибор весит? Без электролита — 1,3 кг, а зап-



Двигатели самолетов очищают грибами

Очищать детали авиационных двигателей от нагара можно с помощью грибов. Они работают «без шума и пыли», не загрязняют окружающую среду и не портят поверхность деталей.

При работе авиационного двигателя на поверхности его деталей откладывается нагар. Чтобы двигатель мог работать нормально, нагар необходимо периодически удалять. Обычно это делают с помощью различных смесей растворителей и моющих веществ. Выглядит это так: детали двигателя, покрытые нагаром, сначала обрабатывают специальными моющими средствами и промывают в горячей и холодной воде, затем нейтрализуют оставшиеся после промывки химические вещества, а завершает процедуру антикоррозийная обработка деталей. Понятно, что такая очистка — длительный и трудоемкий процесс. Кроме того, этот способ наносит ущерб природе, поскольку приходится использовать агрессивные химические вещества.

Ученые из Московского государственного технического университета гражданской авиации (Москва) и Института микробиологии РАН (Москва) разработали новый биологический метод очистки. Он основан на уникальной способности некоторых грибов разрушать соединения, входящие в состав нагара.

равленный — чуть меньше, 2 кг. Велика ли мощность этого источника энергии? При комнатной температуре — 6 Вт, но если использовать горячий электролит, то работу прибора можно форсировать и мощность увеличится в 1,5–2 раза. По удельной мощности 10 Вт на килограмм веса и удельной энергии 120–150 Вт·ч / кг прибор не уступает другим, традиционным электрохимическим источникам тока. Зато стоимость электроэнергии в десятки раз ниже, чем в современных гальванических элементах типа «Дюрасел», «Марс», «Планета» и др.

Фонарь предназначен в первую очередь для того, чтобы светить. Можно использовать любые лампы с резьбой на цоколе напряжением 2–2,2 В для тока до 4 А. Но этим его возможности не ограничива-



ются. К гнезду вывода напряжения можно подключать бытовую радиотелевизионную радиоаппаратуру, бытовые приборы, оптико-электронные приборы и аккумуляторы для подзарядки. Не фонарь, а миниатюрная электростанция! И к тому же безопасная: в ней нет ни кислот, ни щелочей, ни других едких реагентов, поэтому даже коротких замыканий быть не может.

А есть ли какие-либо ограничения в использовании фонаря СВЭЛ? Конечно, есть. Им нельзя пользоваться при температуре ниже –15°C по простой причине — электролит превращается в лед. А при более высокой температуре, даже отрицательной, раствор соли не замерзает, так как электрохимическая реакция в нем сопровождается выделением тепла. Впрочем, и от мо-

роза есть средства: на корпус можно надеть утепляющий чехол или ввести в электролит низкотемпературные добавки.

Фонарь СВЭЛ прошел трехлетние испытания в Министерстве обороны и Федеральной пограничной службе, и на несколько тысяч фонарей не было ни одного случая отказа по причине несовершенства конструкции или нарушений технологии производства. Теперь фонари СВЭЛ пользуются большим спросом у жителей Приморья, Сибири, Крайнего Севера, где людям часто приходится сталкиваться с перебоями в электроснабжении. В центральных районах покупателями фонарей могут стать дачники, туристы, рыбаки. Эта отечественная разработка, не имеющая аналогов за

Если выращивать такие грибы в среде, содержащей комочки нагара, то грибной мицелий их обрастает, затем проникает внутрь, и комки нагара распадаются. Исследователи изучили 56 видов грибов, которые способны расти на питательных средах, содержащих нагар. Из этих видов выбрали три, наиболее активно разрушающих этот загрязнитель.

Детали, покрытые нагаром, помещали в питательную среду, содержащую споры одного из выбранных видов грибов. Опыт проводили при комнатной температуре. В таких условиях детали полностью очищались за 10–12 дней. Чтобы ускорить процесс, ученые изменили методику. Поверхность загрязненных деталей покрывали тонким слоем желеобразной питательной среды, а затем наносили споры гриба. Такую деталь помещали во влажную камеру с температурой 27°C. Примерно через сутки вся поверхность детали обрастала грибным мицелием. Через четыре дня можно было наблюдать, как нагар начинает исчезать. А через 5–8

дней деталь становилась совершенно чистой.

Но не портят ли микроорганизмы детали, которые они очищают от нагара? Ученые рассматривали поверхность очищенных деталей в сканирующий микроскоп. Она была как новенькая, грибы разрушали только нагар. Это очень важно, поскольку при химическом способе очистки поверхность деталей страдает и приходится заниматься ее антикоррозионной обработкой.

Есть и еще одно преимущество биологического способа очистки: предварительные расчеты показали, что этот способ не такой дорогой, как химическая очистка. 📷

рубежом, защищена патентами и сертифицирована.

У изобретения инженеров из ЗАО «Лукоморье» большие перспективы. Соединив два или три таких источника тока, можно обеспечить энергией полевую аппаратуру, например геофизическую, — они с успехом заменят тяжелые, с ограниченной емкостью аккумуляторы. Станция из 10–12 модулей с адаптерами на 220 В и 50 Гц позволит питать телевизоры «с полным экраном», термоэлектрические холодильники, медицинскую аппаратуру, освещать детские учреждения — как резервные источники электроэнергии они будут эффективнее всех прочих. А дорого ли обойдется их изготовление? Разработчики уверены, что такие устройства будут по карману всем.



Тяжелые частицы атакуют глаза

В длительных космических полетах человек в прямом смысле сталкивается с тяжелыми заряженными частицами, которые необратимо портят глаза. Работа выполнена при поддержке Федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения» и РФФИ.

Когда человек выходит из-под защиты магнитного поля Земли, на него начинает действовать рентгеновское излучение — поток тяжелых заряженных частиц. Столкновение с такой частицей глаз регистрирует как вспышку света. Вспышки света в темноте видели участники лунных экспедиций, орбитальных полетов и летчики в самолетах на больших высотах. Исследователи из нескольких московских институтов под руководством академика М.А.Островского пришли к выводу, что рентгеновское излучение может привести к необратимым повреждениям зрительного пигмента, светочувствительных и нервных клеток сетчатки, и глаз перестанет видеть.

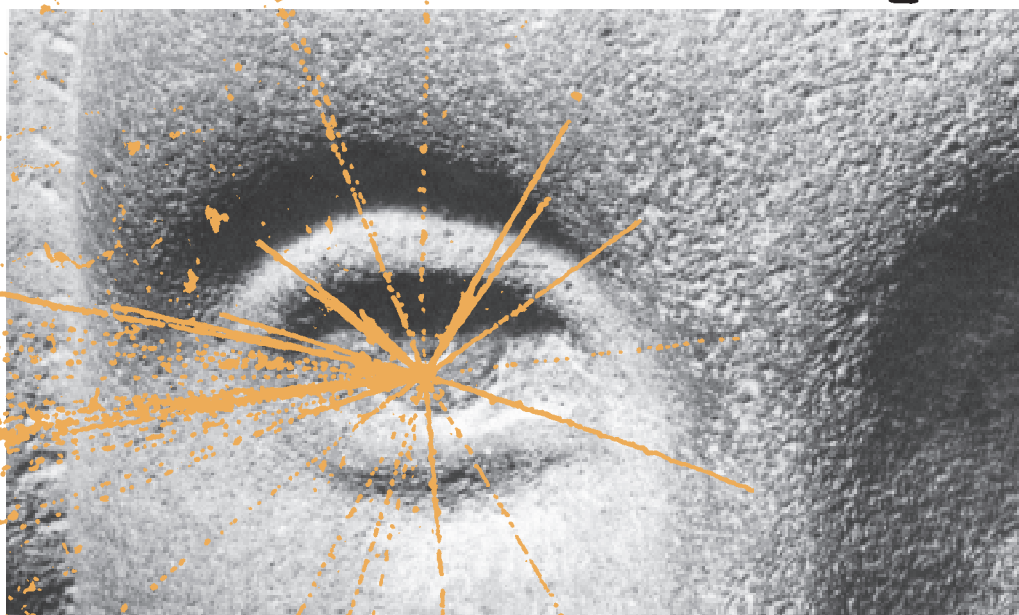
Ученые выделили из клеток сетчатки глаза травяной лягушки зрительный пигмент родопсин. Обычный свет обесцвечивает его, но затем родопсин восстанавливается и снова готов к работе. С рентгеновским излучением все по-другому. При взаимодействии с дейтрона-

ми, ядрами тяжелого изотопа водорода, родопсин обесцвечивается так же, как и на свету, но восстанавливаться не может, значит, рентгеновское облучение необратимо разрушает этот пигмент.

Чтобы исследовать влияние дейтронов на сетчатку, ее помещали в специальную изолированную от света камеру на влажную фильтровальную бумагу. К сетчатке подсоединяли электроды, с помощью которых регистрировали реакцию клеток на вспышки света и на пучок дейтронов. Изолированная сетчатка реагировала на облучение заряженными тяжелыми частицами как на свет. Разница заключалась только во времени жизни зрительных кле-

ток: обычно сетчатка лягушки, омываемая питательным раствором, работает несколько часов, а под действием пучка дейтронов она погибала через 10–15 минут. Рентгеновское облучение просто убивало светочувствительные и нервные клетки.

Опыты московских ученых впервые показали, что тяжелые заряженные частицы обесцвечивают зрительный пигмент и портят сетчатку. К сожалению, вспышки света, вызванные дейтронами, предвещают ухудшение или потерю зрения. И совсем не обязательно летать для этого в космос: с рентгеновским излучением люди сталкиваются и на Земле.



Эти опасные высокие каблуки

Женщины, предпочитающие туфли и сапоги на высоких каблуках, подвергают свое здоровье опасности. А виной тому — стальные пластины, которые вставляют в подошву женской обуви на высоком каблуке. Российские ученые считают, что неплохо было бы изменить технологию изготовления такой обуви.

Обувь на высоких каблуках популярна среди женщин по многим причинам. Кто-то хочет казаться выше, кто-то следует требованиям моды, но при этом мало кто знает, что подвергает опасности



свое здоровье. Дело в том, что в подошву обуви на высоком каблуке вставляют геленок — стальную пластину, которая сохраняет изгиб подошвы и одновременно слегка пружинит при ходьбе. При изготовлении геленка сталь проходит температурную обработку и из-за специфики технологии намагничивается. Таким образом, в подошве некоторых видов женской обуви находится достаточно сильный магнит.

Исследователи из Новосибирского государственного медицинского института измеряли магнитное поле, создаваемое геленками в различных видах обуви (туфлях на шпильках, ботинках и сапогах на высоких каблуках). Ученые выяснили, что эта металлическая деталь создает магнитное поле разной напряженности в зависимости



Сколько яблок должно быть на яблоне?

Каждый садовод мечтает, чтобы его яблони дали хороший урожай и благополучно перезимовали. Оказывается, для этого на дереве должно быть определенное количество плодов, которые надо снять с дерева в определенные сроки. Сколько плодов и когда собирать урожай? Теперь российские ученые знают это точно.

от вида обуви и фирмы изготовителя (от 0 до 102 мкТл). Лишь на расстоянии 15 см от подошвы магнитное поле (с напряженностью около подошвы 10 мкТл) становится настолько слабым, что практически не отличается от фонового. Исследователи отмечают, что обувь зарубежных фирм, купленная в Новосибирске, намагничена примерно в 30 раз сильнее, чем такая же обувь, но купленная в Германии. Видимо, обувь для россиян иностранные фирмы изготавливают по другим стандартам. Однако для подтверждения этого факта необходимо провести более тщательное исследование.

Насколько опасно воздействие магнита? Как установлено многими учеными, постоянное пребывание в магнитном поле неблагоприятно влияет на состояние человека и животных. В сильном магнитном поле кровь начинает сворачиваться быстрее, а это может привести к образованию тромба. В сердце белых мышей и морских свинок, помещенных в магнитное поле на время от шести суток до месяца, нарушается кровообращение; клетки сердца начинают разрушаться. Показано, что у женщин, на которых воздействует постоянное магнитное поле, создаваемое намагничивающими и размагничивающими электроустановками, нарушается менструальный цикл, повышается вероятность возникновения доброкачественных опухолей и кисты яичников, в полтора раза увеличивается вероятность спонтанных абортов, нарушаются обменные процессы и возникают нейроэндокринные заболевания. Утешает лишь то, что для проявления таких нарушений магнитное поле должно быть в тысячи раз сильнее, чем создаваемое геленками.

Исследователи также обращают внимание на то, что в обувь с металлическими геленками нельзя вкладывать магнитные стельки, применяемые для физиотерапии. Дело в том, что стелька намагнитит геленок и, даже если ее уберут, магнитное поле все равно будет воздействовать на стопу.

Ученые считают, что следует контролировать магнитные свойства обуви. А по-хорошему, надо бы изменить технологию ее изготовления. Геленки следует делать из стали с низкой способностью к намагничиванию. Если же это по какой-либо причине сложно, то геленки после изготовления необходимо размагничивать.

Яблоня — растение многолетнее, ему надо зиму пережить. Может ли садовод помочь своему дереву? Может, если отрегулирует число плодов на яблоне и вовремя их соберет. По данным ученых Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства (Москва, Загорье), на один квадратный метр листьев должно созреть 3 кг яблок. Тогда и урожай получается приличный, и дерево лучше переносит морозы.

Чтобы растение успешно перезимовало, оно должно синтезировать и запасти в ветвях достаточное количество углеводов. Дерево не справится с этой задачей, если

будет ломиться от плодов: все силы уйдут на плодоношение, а на образование запасных веществ их уже не останется. Если урожая совсем нет, это тоже плохо. Дерево начинает усиленно растить ветки, не может вовремя остановиться и опять не успевает с синтезом необходимых углеводов. Московские ученые задались целью найти ту золотую середину, которая позволит дереву успешно перенести морозы, порадовав в то же время и садовода. Шесть лет наблюдали исследователи за яблонями двух урожайных сортов, Жигулевское и Северный синап, и узнали, сколько яблок должно быть на дереве и как этого достичь.

По весне яблони усыпаны цветками. Чтобы отрегулировать количество плодов, часть цветков приходится обрывать. Рвать яблоневый цвет — кропотливое занятие; такого же эффекта можно достичь, опрыскивая цветущее дерево 0,7%-ным раствором кальцинированной соды. Это проще, но сода, к сожалению, обжигает листья, и деревья начинают интенсивно их восстанавливать. В результате химической обра-



Художник Э.Черетели

ботки на один квадратный метр листы приходилось только 2 кг яблок против 5 кг на контрольных деревьях. Оборвав цветы, измерив площадь листьев и взвесив урожай, ученые определяли содержание запасных веществ в ветвях деревьев и степень повреждения древесины при сильных морозах (от -30° до -47°C). Для этого ветви пришлось специально морозить, потому что во время проведения опытов больших холодов не случилось.

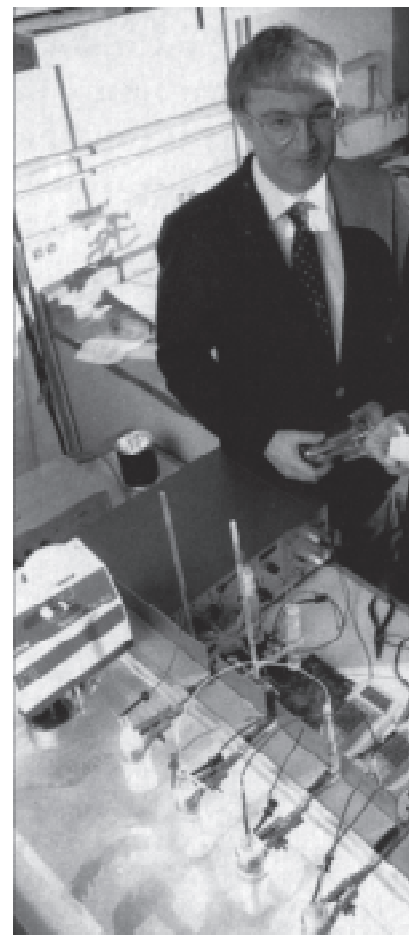
Практика показала, что оптимальный вариант — 3 кг яблок на квадратный метр листы. Чтобы этого достичь, надо оципать две трети цветков, но зато деревья потом лучше переносят и зимние, и осенние морозы и на следующий год дают неплохой урожай. Яблони, которые усыпаны плодами, не только чаще промерзают, но и почти не плодоносят следующим летом. Если урожай составляет около 2 кг, яблоня не успевает подготовиться к сильным осенним холодам, если таковые случатся, а если яблок еще меньше, то дерево и суровую зиму не перенесет, и урожая приличного не даст.

Но пусть садовод, правильно оципавший по весне сад, не думает, что подготовился к зиме. Урожай надо вовремя собрать. Сорт Жигулевский — раннеспелый (с 8 по 22 августа). У обобранного дерева остается почти месяц до листопада, этого хватает, чтобы закончить подготовку к холодам. Северный синап поспевает тогда, когда последние жигулевские яблоки уже лежат в корзине. В этом случае со сбором урожая тянуть нельзя: освободив яблоню от плодов в конце сентября, владелец не оставит ей достаточно времени, чтобы пополнить запас углеводов, потраченный на созревание плодов, и никакое регулирование числа яблок не поможет дереву пережить морозы. Авторы исследования не советуют отказываться от позднеспелых сортов в холодном и умеренном климате, но со сбором урожая лучше не тянуть.

Одиссея холодного синтеза 2001



**Артур
Кларк**



В марте 1989 года на первых полосах газет всего мира появились сообщения об открытии нового источника энергии. Его авторы Мартин Флейшман и Стенли Понс из Университета штата Юта пропускали ток между палладиевыми электродами в электролитической ячейке, наполненной тяжелой водой; при этом будто бы выделялось значительное тепло, излучались нейтроны и гамма-кванты.

Уже давно известно, что некоторые металлы (палладий, титан, тантал) способны поглощать большое количество водорода или его изотопов — дейтерия и трития. Поэтому казалось не столь фантастичным, что в силу каких-то причин в насыщенной такими изотопами кристаллической решетке начинается слияние атомных ядер. Поскольку эффект наблюдали при комнатной температуре, его окрестили «холодным ядерным синтезом» — в отличие от «горячего», идущего в звездах и при взрывах водородных бомб и над мирным использованием которого физики бьются вот уже несколько десятилетий.

Для проведения термоядерных реакций создают сложнейшие установки, в которых пытаются нагреть плазму до температур в десятки миллионов градусов. Но до их промышленного использования еще очень далеко, а в холодном синтезе все совсем просто — он идет в баночке из-под майонеза. Поэтому неудивительно, что он сразу привлек к себе большое внимание.

До середины 90-х годов исследования этого феномена велись широким фронтом — ставили разные опыты, выдвигали теоретические модели (см. «Химию и жизнь», № 5, 6, 1989; № 6, 1990; № 11, 1992; № 4, 8,

1993; № 7, 1994; № 6, 1995). Но постепенно шум вокруг холодного синтеза начал стихать: убедительных и, главное, воспроизводимых результатов, доказывающих реальность эффекта и тем более возможность его практического применения, пока, к сожалению, получить не удалось.

Правда, известный американский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии Джулиус Швингер, отвечая на эту критику, заметил, что воспроизводимость можно требовать только в уже достаточно изученной, установившейся области знаний. А на первых этапах исследований нового феномена, особенно когда он включает «плохо понимаемый макроскопический контроль микроскопического механизма», низкая воспроизводимость — обычное явление. Швингер напомнил, что так было при создании первых электронных микросхем, так было и в опытах по высокотемпературной сверхпроводимости.

Все же отдельные группы энтузиастов продолжают упорно работать в этом направлении, и, возможно, последнее слово тут еще не сказано. Одним из горячих сторонников и страстных пропагандистов холодного синтеза в период его «бури и натиска» стал всемирно известный писатель-фантаст и футуролог Артур Кларк. Своими соображениями на эту тему он поделился в докладе на семинаре по логистике для высших офицеров флота разных стран, в том числе России, прошедшем в Коломбо (Шри-Ланка) в марте 1993 года.

Перевод этого доклада, опубликованного в журнале «Cold Fusion» в 1994 году, мы и предлагаем вниманию читателей.



**Стенли Понс
и Мартин Флейшман
в своей лаборатории**



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Мне очень приятно быть здесь с вами в Коломбо, хотя на этой неделе мне бы следовало находиться в Вашингтоне, где мои друзья соберутся в загородном театре отметить 25-ю годовщину — трудно в это поверить! — выхода «Космической одиссеи 2001». Этот фильм со всей очевидностью показал, как трудно предвидеть будущее. Так, в нем упоминались авиакомпания «PAN-AM» и другие вещи, которые исчезли

значительно раньше 2001 года. Но я рад, что хотя бы отель «Хилтон», который тоже фигурировал в фильме, стоит еще на своем месте — не на орбите!

Совершенно невозможно предвидеть социальные и политические изменения в мире — кто бы мог вообразить события, произошедшие в Восточной Европе за последние несколько лет? Наблюдая за развитием науки и инженерии, мы пытаемся предсказывать грядущие технологические прорывы, но и для них конкретные сроки определять очень трудно.

Вспоминаю мою статью 1954 года о спутниках связи, которые я мыслил большими, обитаемыми космическими станциями. Я писал ее еще во время Второй мировой войны, когда работал над радарной системой. Аппаратура содержала огромное количество электронных ламп, и каждый день по меньшей мере одна из них выходила из строя. Поэтому в то время я не мог представить себе, что телевизионные ретрансляторы будут находиться на орбите без инженеров, которые заменяют перегоревшие лампы и проверяют работу приборов.

Однако транзистор и твердые микросхемы в течение нескольких по-

следующих лет совершили революцию, и вместо пилотируемых орбитальных станций эту функцию теперь выполняют спутники размером с каннистру. В общем, почти все, что я относил к возможностям конца XX века, свершилось на несколько десятилетий раньше.

Я не буду сейчас много говорить о поразительном прогрессе в сфере передачи информации, ибо все это хорошо известно. Отмечу лишь, что спутники преобразили не только связь, но также метеорологию и навигацию; они сыграли важную роль во время операции «Буря в пустыне». Особо подчеркну значение разведывательных спутников, сделавших мир более прозрачным, — в большой степени благодаря им «холодная война» не перешла в «горячую».

Теперь я хочу обратиться к совершенно другой области. Не исключено, что там происходят события, которые будут иметь даже более важные последствия, чем революция в телекоммуникациях. Но сначала я напомним вам одну старую историю.

В декабре 1903 года Орвилл и Уилбер Райты оторвались от земли Северной Каролины и совершили первый полет на аппарате тяжелее воздуха. В течение пяти лет после этого в Вашингтоне не верили, что братья Райт действительно летали, — ведь все знали, что это невозможно. Ведущие ученые писали статьи, доказывающие, что такого быть не могло. И только когда братья Райт отправились во Францию и стали делать там публичные, демонстрационные полеты, парни из военного департамента начали говорить: «Бог мой, да они в самом деле летают. Вдруг это окажется полезным в разведке. Надо взглянуть на них». И они взглянули — пять лет спустя. И вот теперь та же история повторяется с явлением, называемым (может быть, неточно) «холодным синтезом».

Вы все знаете, конечно, что Солнце излучает энергию при синтезе ядер водорода с образованием гелия. Огромные усилия направлены на то, чтобы воспроизвести этот процесс на

Земле и получить практически неисчерпаемый источник энергии. Пока единственное реальное достижение в этой области — водородная бомба. А что касается мирного использования такого процесса, то подводимая к создаваемым установкам энергия значительно превышает ту, что они вырабатывают.

Однако четыре года назад Стенли Понс и Мартин Флейшман обнаружили, что в некоторых металлах, насыщенных дейтерием, синтез идет при комнатной температуре. Они получили больше энергии, чем подводили к системе. Разумеется, это произвело мировую сенсацию, и многие лаборатории попытались воспроизвести их опыты. А когда им это не удалось, Флейшман с Понсом стали объектом насмешек.

Тем временем некоторые ученые поверили, что в этом все же что-то есть, и начали исследования, часто втайне от своего начальства. А Понс и Флейшман направились во Францию — почти как братья Райт — и теперь работают близ Ниццы в лаборатории, финансируемой японским консорциумом «Technova». (Министерство внешней торговли и промышленности Японии тоже вкладывает миллионы долларов в попытки довести новую технологию до коммерческого использования.)

Несколько лабораторий недавно объявили о положительных результатах, а перед Рождеством в продаже появился даже комплект оборудования для домашнего холодного синтеза по цене 565 000 долларов. Я не знаю, много ли удалось продать, но цена такова, что говорит об открытии, способном изменить мир.

В октябре 1992 года в Нагое (Япония) состоялась Третья международная конференция по холодному синтезу, в которой участвовали более 300 ученых. Ее успешные итоги подвел в 34-страничном отчете профессор Питер Хагелстайн из Массачусетского технологического института. Подобные отчеты, тоже подтверждающие наличие эффекта, представили Американский военно-морской науч-

ный центр, Японское военное ведомство и многие другие организации.

В общем, все это уже вышло за рамки словесных баталий об аномально высоком выделении энергии неизвестного происхождения. Однако скептики, которые с самого начала пытались устроить обструкцию новому направлению, нашли очень сильный аргумент: если бы действительно шел ядерный синтез, то экспериментаторы были бы уже мертвы! Ведь при этом должны возникать пучки нейтронов и гамма-лучей, причем в летальных для персонала дозах (эти лучи были обнаружены, но в слишком малых количествах по сравнению с выделяющимся теплом).

Да, нужно признать, что теоретическая основа холодного синтеза остается пока невыясненной, но ведь так было и при открытии радиоактивности. Как же можно охарактеризовать сложившуюся здесь ситуацию? Попробую предложить несколько вариантов ответа.

Первый: существует хорошо законспирированная организация из сотен ученых разных стран. Они либо полностью некомпетентны, либо движутся к своей цели и вскоре подорвут нефтяной и угольный бизнес.

Немного более вероятен второй: холодный синтез есть курьез — эффект теоретически интересный, но не имеющий практического значения. Откровенно говоря, я сомневаюсь в этом: ведь все по-настоящему новое рано или поздно обязательно вызывает какой-то переворот в технике. Вспомним, что энерговыделение в первых опытах по расщеплению урана было незначительным, но любой физик с развитым воображением мог представить себе, к чему оно приведет.

Даже если возможности холодного синтеза ограничены уровнем, скажем, в 100—1000 киловатт, то и тогда он будет революционен, поскольку позволит создавать дешевые и безопасные источники энергии. Они откроют путь к полностью автономным, не нуждающимся во внешнем снабжении электроэнергией домам, какие предвидел Бакминстер Фуллер. И они при-

ведут к исчезновению, хотя и не очень скорому, бензиново-газовых автомобилей — двигатели смогут, буквально выражаясь, работать на воде, правда, не обычной, а тяжелой.

Наконец, есть третий вариант: возможности холодного ядерного синтеза ничем не ограничены. В таком случае эпоха ископаемого горючего с ее выбросами CO₂, кислыми дождями и общим загрязнением окружающей среды вскоре закончится.

Двадцать лет назад, когда страны — экспортеры нефти подняли в четыре раза цены на нее, я сказал: «Эра дешевого топлива осталась позади, эра бесплатного топлива наступит только через пятьдесят лет». Видимо, тут я был чересчур осторожен. Ясно, однако, что уголь и нефть всегда будут основным сырьем для производства разных химикатов, пластмасс, даже искусственной пищи. Нефть слишком дорога, чтобы ее сжигать, — мы лучше будем ее есть.

В 1982 году я опубликовал книгу «2010: Одиссея два», которую посвятил моему другу космонавту Алексею Леонову и академику Андрею Сахарову, отбывавшему тогда горьковскую ссылку. Я знал, что Сахаров работает над низкотемпературным ядерным синтезом (также, как и над водородной бомбой), и в романе я утверж-

дал, что в своем вынужденном одиночестве он изобретет двигатель для космического корабля, основанный на этом новом принципе.

Разумеется, такой сюжет я просто выдумал, однако три русских исследователя, которые в самом деле работали над ядерным ракетным двигателем, занялись холодным синтезом и опубликовали удивительные результаты в одном из ведущих физических журналов (А.Б.Карабут, Я.Р.Кучеров и И.Б.Савватимова, «Physics Letters A», 1992, v.170, p.265. — *Ред.*). В газовой смеси при температуре 1800 °С они наблюдали почти в пять раз большее выделение энергии, чем подавали на вход системы. Это не совсем «холодный» синтез, но, конечно, он ледяной по сравнению с десятками миллионами градусов термояда.

Все это очень интересно с точки зрения межпланетных путешествий. Если подобный двигатель будет создан, то он откроет нам Солнечную систему — примерно так, как самолет открыл нашу планету. Еще не все осознали, что стоимость энергии, которая требуется для доставки одного человека на Луну, составляет всего несколько сотен долларов (исходя из обычной цены киловатт-часа электроэнергии). А тот факт, что «билет» на

Считанные нейтроны ядерного синтеза

С. Комаров

Может показаться, что на вопрос о том, есть ли на самом деле холодный ядерный синтез, специалисты давно ответили, причем отрицательно. Это не так. Пример — заседание ученого совета Института физической химии РАН 11 ноября 1999 года, на котором кандидат химических наук Андрей Григорьевич Липсон рассказал о результатах своих экспериментов в этой области. История же была такова.

Еще в начале 80-х годов советские химики предположили, что при разруше-

нии различных дейтеридов, например дейтерида лития или полимеров, насыщенных дейтерием, в образце проходит ядерная реакция, в результате чего излучаются нейтроны. В качестве рабочей была принята гипотеза о том, что ядра дейтерия сближаются между собой на критическое расстояние из-за высокого уровня напряжений в вершине трещины. И действительно, иногда фиксировали потоки нейтронов при разрушении образцов.

К сожалению, довольно долго не удавалось провести надежный, воспроиз-

«Аполлон» стоил около двух миллиардов долларов, говорит, в частности, о низкой эффективности химического ракетного топлива.

Но давайте вернемся на Землю. Я хочу зачитать вам письмо, которое я недавно отправил вице-президенту США Альберту Гору:

«Дорогой мистер Гор, я счастлив узнать, что Вы уже ознакомились с холодным синтезом, ибо сейчас, наверное, нет ничего более важного как с экономической, так и геополитической точек зрения.

После начального периода скептицизма я вижу теперь очень много отличий солидных организаций, в которых эффект оценивают положительно. Уже нет никакого сомнения, что в ходе ранее неизвестного процесса выделяется большой избыток энергии, необязательно ядерной. И какова бы ни была ее природа — не сомневаюсь, что она будет установлена в самое ближайшее время, — вопрос огромной важности состоит в следующем: есть ли это просто любопытный, но не имеющий практического значения феномен, или же он пригоден для индустриального и даже бытового применения?

Если верно второе, то последствия даже трудно вообразить — это будет

означать конец «эры ископаемого горючего» и начало эры дешевой, чистой энергии. Выгоды для окружающей среды будут колоссальные — достаточно сказать, что разрешатся проблемы, связанные с выбросами углекислого газа и кислотными дождями. Ясно, что нужно предпринять все усилия, чтобы быстро разрешить этот вопрос, подерживая тех ученых, кто получает результаты (и, возможно, принесет разочарование тем, кто тормозит дело).

Мой друг, специалист по ядерной физике доктор Джордж Кейворт II, советник по науке в администрации президента Рейгана, заметил в письме ко мне: «Мы пытались строить мост через море, вместо того чтобы изобрести корабль». Да, возможно, холодный синтез и есть тот Ноев ковчег, в котором так остро нуждается ныне человечество!

С глубоким уважением,

Артур Кларк

P.S. Религиозные фанатики периодически предсказывают неминуемый конец света. Мне кажется, я сейчас делаю нечто похожее... Только на сей раз это хорошая новость!»

Предисловие
и перевод с английского
Л.Каховского



ИНФОРМАУКА

видимый эксперимент. И вот такой эксперимент был поставлен, но на весьма сложном объекте. Им стала гетероструктура: фольга из высококчистого палладия, с одной стороны на которую нанесли слой оксида палладия толщиной 400 Å, а с другой стороны прикрепили фольгу из золота. Этот объект обеспечивал стабильный выход нейтронов и протонов при облучении дейтерием. Как удалось выяснить во время эксперимента, дейтерий сосредотачивается в слое палладия. Золото нужно для того, чтобы дейтерий из палладия не уходил, а оксид служит вентилем, пропускающим дейтерий к палладию и не выпускающим его обратно.

Совместно с японскими исследователями был соз-

дан ускоритель, который разгонял дейтерий до энергии 2 КэВ, причем их разброс по энергиям не превышал 1%. С его помощью провели проверочные эксперименты: дейтерием облучали фольги из титана и золота, а гетероструктуру PdO-Pd-Au — водородом. Во всех трех случаях количество зафиксированных нейтронов не превышало фоновое значение. А когда гетероструктуру стали облучать дейтерием, нейтронов стало значительно больше.

За год непрерывного эксперимента был получен спектр нейтронного излучения образца, в котором удалось выделить статистически значимый пик в районе энергий 3 МэВ. Именно такой энергией должны обладать нейтроны, образующиеся при слиянии двух

ядер дейтерия в ядро гелия-3. Расчет показал, что интенсивность ядерной реакции составляет $5 \cdot 10^{-14}$ реакций между ядрами дейтерия в секунду. То есть, ядерная реакция действительно идет, но она представляет лишь фундаментальный интерес. Тепловой эффект, который служит обоснованием различных смелых проектов, при такой интенсивности пренебрежимо мал. А ведь именно желание получить больше тепла, чем затрачено энергии, и дискредитировало идею холодных ядерных реакций в твердом теле.

Как отметил присутствовавший на заседании ученого совета академик РАН Анатолий Леонидович Бучаченко, еще в 80-е годы было понятно, что такое явление, как реакция меж-

ду ядрами дейтерия в твердом теле, существует. Докладчик же привел новые экспериментальные доказательства. Однако есть много неясного и противоречивого. Все-таки непонятно, как ядра дейтерия преодолевают барьер — ведь между ними огромное кулоновское отталкивание. Вряд ли коллективные свойства решетки могут снимать этот барьер — у системы не хватает энергии. Более того, как оказалось, «мягкая» решетка палладия, в которой атомы дейтерия могут свободно перемещаться, а кристаллические поля немного усредняются, лучше, чем жесткие, напряженные, более насыщенные энергией решетки золота и титана. Флуктуации электронной плотности тоже не очень подходят для объяснения — времена их жизни на три порядка меньше, чем времена движения атомов. Возможно, надо искать какой-то механизм туннелирования, помогающий атому дейтерия просочиться под барьером. Здесь есть некий шаг вперед. Ведь Андрей Григорьевич установил, что называемый им «потенциал экранирования» в мягкой решетке палладия в 20 раз больше, чем в решетке титана. А ведь, по сути, этот потенциал и есть мера сближения ядер дейтерия. Раз они могут сдвинуться поближе, то барьер оказывается пусть высоким, но узким. Тем не менее это явление не имеет никакого отношения к холодному ядерному синтезу. Точнее говоря, это вызванный кристаллической решеткой ядерный переход.



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Далеко ли мы упрыгали?



ПРОГНОЗЫ

В ноябре 1972 года в авторитетном американском журнале *Chemical Engineering* (он издается с 1902 года) появилась необычная статья Дж.М.Нильсена «Технология для прыжка в будущее». Собственно, это не статья, а таблица, в которой дан прогноз научно-технических достижений человечества на ближайшие несколько десятилетий. Эти прогнозы были сделаны учеными-исследователями, а также специалистами-экспертами и представителями администрации, от которых зависело планирование и, соответственно, финансирование науки и техники. Выдержки из этой таблицы были напечатаны в «Химии и жизни» (1973, № 6). Прошло три десятилетия, и мы можем сказать, правильны ли были прогнозы.

Вообще-то прогнозы составляют и сейчас. Но оптимизма у футурологов поубавилось — никто не предсказывает победу над раком в течение ближайшего десятилетия (в 1972 году казалось, что рак победить проще, чем грипп). Да и самих прогнозов в последние годы высказывается не так уж много. Видимо, эйфория, связанная с достижениями в освоении

космоса (высадка на Луну в 1969 году), сменилась более трезвым и тревожным взглядом. Сейчас если и делают прогнозы, то больше не про успехи, а про опасности: озоновую дыру, энергетический кризис, парниковый эффект, глобальное потепление, этнические войны, терроризм и религиозный фанатизм. Нынче радиофобия овладела большей частью населения, а за полтора десятилетия до Чернобыля считали, что автомобили с ядерным двигателем к 1990 году благодетельствуют человечество. Предсказывать трудно — прогнозируемые на 2000 год «криогенные кабельные системы» подразумевали использование жидкого гелия. А «высокотемпературную сверхпроводимость» никто даже не осмелился предсказать...

Но вернемся к таблице Нильсена. В ней к каждому прогнозу он дает две даты: одна относится к осуществимости того или иного проекта, вторая — к его широкому распространению. Прогнозы сгруппированы по первой дате — осуществимости. Поражает оптимизм футурологов, особенно это касается малых порой сро-

ков между принципиальной осуществимостью и широким применением. Так, на 1979 год предсказана разработка «эффективных и безопасных средств контроля рождаемости», и уже на следующий год — их широкое практическое применение. Хотя известно, что с момента разработки какого-либо медицинского препарата (а «пилюли», несомненно, к ним относятся) до их широкого применения, как правило, проходят многие годы (они уходят на клинические исследования и другие меры безопасности). Любопытно, что некоторые прогнозы, помещенные в таблице, теперь вовсе не выглядят желательными! Примеры — пластмассовая мебель, получение из нефти белка, пригодного для питания...

Читатель сам может поставить «плюс» там, где прогноз оказался правильным, «плюс-минус» там, где он осуществился лишь частично (или намного позднее предсказанного срока), и «минус» около откровенно утопических предсказаний. Интересно, каких значков окажется больше?

1973*

Управление производственными процессами с помощью компьютеров, 1980**

1974

Пластмассовые канализационные и вентиляционные трубы, 1978.

1975

Создание компьютерного банка данных с результатами медицинских исследований, 1980.

Применение обучающих компьютерных программ, 1985.

Экономичная всепланетная связь через искусственные спутники, 1980.

Ультразвуковое обнаружение опухолей в мозге, 1976.

Электронные источники света, 1982.

Экономичные сверхзвуковые пассажирские и грузовые авиалинейные перевозки, 1978.

1976

Автомобильные выхлопы, не загрязняющие окружающую среду, 1978.

Исследование химических реакций с помощью компьютера, 1980.

Вторичное использование упаковочных материалов или извлечение из них ценных веществ, 1980.

1977

Биоразлагаемые полимерные материалы, 1981.

Извлечение металлов и минералов в месте добычи методом гидравлического дробления, 1985.

1978

Экстракция металлов в месте добычи методом их растворения, 1995.

Автоматическое всестороннее медицинское обследование, 1980.

Производство некоторых химикатов с использованием

ферментов как катализаторов, 1985.

Общество без наличных денег и чеков, 1985.

Производство газа и нефти из угля, 1987.

Искусственный хлопок, не уступающий по качеству натуральному, 1985.

1979

Система подземной гидравлической транспортировки угля, 1989.

Газотурбинные автомобили, 1983.

Твердотопливный ядерный двигатель, 1980.

Эффективные и безопасные средства контроля рождаемости, 1980.

Оконное стекло с изменяющейся прозрачностью, 1984.

Строительные материалы из нетканого текстиля, 1984.

Обнаружение дефектов внутриутробного развития ребенка, 1980.

1980

Метод извлечения нефти из горючих сланцев, 1990.

Фабрики и заводы, не загрязняющие окружающую среду, 1987.

Эффективные средства для регулирования аппетита и веса, 1988.

Устранение промышленных загрязнений путем их поглощения расплавами солей, 1988.

Электромобиль, 1985.

Использование простагландинов как «чудодейственных лекарств», 1985.

Экономичное опреснение воды, 1990.

Датчики, устойчивые к очень большим перепадам температуры и к агрессивным средам, 1982.

Синтетическая пища, 1985.

Покупки в магазине с помощью компьютера, 1985.

Использование компьютеров в домашнем хозяйстве, 1988.

* Год осуществимости проекта.

** Начало широкого распространения.

- Магазины без продавцов 1986.
Автомобили с двигателями внешнего сгорания, 1982.
Дорожные покрытия из промышленных отходов, 1990.
Строительные материалы из отходов, 1985.
Прочный плоский телевизионный кинескоп, 1985.
Грузовые трубопроводы для транспортировки любых товаров, 1990.
Автоматизированное голосование, 1982.
Электронные средства для уменьшения болей и работы парализованных органов, 1990.
Горнорудные комплексы по добыче металлов из низкосортных, но обширных залежей, 1985.
Добыча полезных ископаемых на дне океана, 1995.
Мебель из пластика, 1984.
Промышленное получение пищевого белка из нефти, 1990.
Дешевые пластмассы, более легкие и прочные, чем металлы, 1988.
Получение пластмассовых изделий непосредственно из мономеров, в одном технологическом процессе, 1985.
Негорючее, немнущееся, незагрязняющееся искусственное волокно, полностью имитирующее природное, 1982.
Новые синтетические материалы для строительства легких сооружений, 1985.
Волокна, меняющие цвет, 1984.
Методы утилизации твердых бытовых отходов, 1988.
- 1981**
Автомобили из пластмасс, 1985.
Полимеры, работоспособные до 540°C, 1985.
Крупномасштабная подводная добыча газа и нефти на больших глубинах, 1985.
- 1982**
Скоростные летательные аппараты, способные «зависать» над землей, 1992.
Лекарства для предупреждения или лечения рака, 1985.
МГД-генераторы, 1990.
- 1983**
Ядерные реакторы-размножители на быстрых нейтронах, 1990.
Сверхвысоковольтная подземная передача электроэнергии, 1993.
- 1984**
Автоматический перевод с одного языка на другой, 1990.
- 1985**
Лунная станция с временным вахтовым персоналом — 3 человека, 1 месяц, 1990.
Орбитальные возвращаемые станции, 1988.
Быстрый автоматический городской транспорт, 2000.
Движущиеся тротуары, 2010.
Полностью автоматизированная проходка туннелей в скалах, 1990.
Топливные элементы, 1993.
Паротурбинные генераторы мощностью 2000 МВт, 1995.
Криогенные кабельные системы, 2000.
Голографические трехмерные телевидение и кино, 1990.
Протезы с электронным управлением, 1990.
Централизованное хранение человеческих органов для последующей трансплантации, 1988.
Эффективная иммунизация против микробных и вирусных заболеваний, 1995.
Биохимические препараты для лечения душевнобольных, 1990.
Управление расслаблением и сном, 1990.
Использование лазеров, ультразвуков и токов высокой частоты для добычи полезных ископаемых, 1990.
Ядерные двигатели на железнодорожном транспорте, 2000.
- 1987**
Непосредственное превращение солнечной энергии в электрическую, 2005.
Использование термоэлектрического эффекта для отопления и охлаждения зданий, 1995.
- 1988**
Надежный месячный прогноз погоды, 1990.
Высадка человека на Марс 1990.
Автомобили с ядерным двигателем, 1990.
Ракеты на ядерном топливе, 1990.
Повсеместное использование термоэлектричества, 1990.
- 1989**
Анабиоз человека, 2010.
- 1990**
Наручные телевизоры, 2000.
Постоянная база на Луне, 2000.
Бесшумные самолеты, 1995.
Автомобили, не требующие технического обслуживания, 1995.
Автомобили без стальных деталей, 2000.
Автоматизированное управление транспортными потоками на шоссе, 2000.
Изменение погоды, 2005.
- 1991**
Производство в небольших масштабах некоторых веществ (вакцины, кристаллы и т.п.) в орбитальных лабораториях, 2000.
Химические методы улучшения памяти и способности к обучению, 2000.
Компьютеры с искусственным разумом, 2000.
Электролюминесцентное и фосфоресцентное освещение, 1995.
Эффективная иммунизация против радиации, 2000.
Искусственное зрение для слепых, 1995.
Искусственные органы, 2000.
Электронная связь с мозгом и стимуляция его деятельности, 1995.
Искусственный заменитель крови, переносящий кислород, 1998.
Съедобные и питательные полимеры, 1998.
Бесшумные поезда, 2000.
- 1992**
Воздушные перевозки половины всех грузов, 1995.
Мосты из пластмассы, 2000.
- 1993**
Биохимический топливный элемент, 1998.
- 1995**
Постоянные автоматические станции на ближайших планетах, 2000.
- Полностью безопасный автомобиль, 2000.
Химическое регулирование процессов старения, 2000.
Управляемый термоядерный синтез, 2000.
Увеличение продолжительности жизни до 100 лет, 2000.
Химическое регулирование на молекулярном уровне некоторых наследственных характеристик, 2000.
Разработка новых рудных месторождений на больших глубинах, 1998.
- 1997**
Ионный двигатель на ядерном топливе, 2000.
- 2000**
Пластмассовые купола над городами, 2020.
Изменение пола ребенка до его рождения, 2025.
Ракеты как транспортное средство, 2025.
Создание модели человека для изучения болезней и проверки действия лекарств, 2010.
Создание примитивных форм искусственной жизни, 2015.
- 2005**
Биохимическое стимулирование роста новых органов у человека, 2015.
Лекарства для постоянного повышения уровня интеллекта, 2010.
- 2010**
Промышленный термоядерный реактор, 2040.
Управление погодой над большими районами, 2020.
- 2020**
Подводные пластмассовые города, 2060.

Можно, конечно, с высоты сегодняшних знаний (и незнаний) посмеиваться над прогнозами 1972 года. Например, что бесшумные самолеты получат распространение в 1995 году, а бесшумные поезда — только в 2000. А что бы сказали сотрудники ГИБДД, если бы в 1995 году действительно появились автомобили, не требующие технического обслуживания (и, следовательно, техосмотра...). Но если кто-нибудь попробует составить, пусть и не такой подробный, хотя бы из двух-трех десятков пунктов, прогноз на ближайшие 30 лет, он сразу убедится, насколько это неблагоприятное занятие. Тем не менее редакция журнала готова опубликовать такие прогнозы (или один — коллেকтивный). Надеемся, что сможем прокомментировать их и премировать победителей — через 30 лет.

И.А.Леенсон

«Дышащий» кристалл

M. Irie et al., «Science», 2001, v.291, p.1769

В твердой фазе вещество наименее подвержено превращениям, и нобелевский лауреат Л. Ружичка даже назвал кристаллы «химическими кладбищами». Еще в 60-е годы сформулировали принцип, согласно которому в твердых телах возможны реакции, требующие минимального движения атомов и молекул (затрагивающие только соседние группы атомов), а их продукты в большой степени определяются строением кристаллической решетки. Поэтому реакции там более селективны, чем в растворе или газе, — сама решетка отбирает допустимые структуры.

В Японии изучали кристалл из 1,2-бис(2,4-диметил-5-фенил-3-тиенил)перфторциклопентана, который в исходном состоянии бесцветен, а при освещении ультрафиолетом (длина волны 366 нм) приобретает голубой цвет. Если затем на него направить видимый свет, то он возвращается в исходное состояние. Подобные фотохромные материалы уже используют, скажем, в очках, которые при ярком солнце пропускают меньше света. Сюрприз же состоял в том, что при УФ-воздействии на исходно гладкой поверхности кристалла появляются ступеньки, а при освещении видимым светом они исчезают. Поскольку этот процесс обратим — выдерживает тысячи циклов, то никакого испарения нет. Просто идет внутримолекулярная реакция, которая сопровождается небольшим изменением конформации молекулы, а значит, и параметров решетки:



Если кристалл облучают УФ-светом не менее 10 с, то появляются ступени высотой в один молекулярный слой (около 1 нм), соответствующие сжатию 600 слоев; при увеличении длительности освещения возникают и более высокие ступени — в несколько молекулярных слоев (что выявлено с помощью атомно-силового микроскопа).

Ясно, что этот эффект может найти применение в микроманипуляторах, которыми будет управлять свет. А вообще твердофазные реакции имеют то преимущество, что не требуют растворителя, не загрязняют среду. И хотя спектр возможных реакций довольно ограничен, материаловеды проявляют к ним большой интерес. Наверное, звездный час химии твердого тела еще впереди.

Конденсат из радикалов

A. Robert et al., «Science», 2001, v.292, p.461

Конденсат Бозе—Эйнштейна (БЭК) в виде квантовых сверхтекучих жидкостей из гелия-3 и гелия-4 изучают уже несколько десятилетий, а с середины 90-х годов его научились получать также из слабо взаимодействующих атомов газа. Группу атомов охлаждают до нанокельвинских температур и захватывают в ловушку, где они находятся в одном квантовом состоянии; это уже удалось проделать с атомами лития, натрия, рубидия, водорода. Однако до самого последнего времени конденсировали атомы, находящиеся в основном энергетическом состоянии.

Теперь физики из Оптического института в Орсе (Франция) впервые получили газообразный БЭК из возбужденных атомов гелия (^4He). Трудность здесь в том, что избыточная энергия обычно легко теряется при их столкновениях. И чтобы сделать метастабильное состояние бо-

лее устойчивым, авторы работы с помощью электрического разряда переводили электроны в так называемое триплетное состояние.

Как мы знаем, в соответствии с принципом Паули электроны занимают энергетические уровни попарно, имея противоположные спины. Электрон может перейти на более высокую орбиталь, сохраняя свое направление спина, — это синглетное возбуждение. Но есть малая вероятность, что при перескоке электрона его спин изменится, и тогда возникает триплетное состояние, которое более устойчиво, — обратный переход электрона на основной уровень затруднен, так как спины пары электронов теперь одинаковы. (К слову, А. Сент-Дьердьи развил мысль, что триплетные состояния играют особую важную роль в биохимии.)

Из таких возбужденных частиц удалось получить БЭК. Необычность ситуации в том, что избыточная энергия триплетного уровня равна 20 эВ, то есть на много порядков превышает кинетическую энергию «замороженных» атомов конденсата. С таким запасом внутренней энергии они могли бы легко ионизировать друг друга при столкновениях, однако из-за триплетности, как сказано, релаксировать им непросто. Поэтому БЭК сохранялся несколько секунд, а возникающую в результате двухкомпонентную систему (из возбужденных и релаксированных атомов), как оказалось, хорошо описывает уравнение для сверхтекучего ^4He , которое Л. Д. Ландау вывел в 1941 году.

Итак, гелий стал первым химическим элементом, для двух фазовых состояний которого получен БЭК, и это поможет лучше понять свойства обеих квантовых систем. За возбужденными ато-



мами удобно следить — если они покидают ловушку, то попадают на сенсор, где выделяют свою большую избыточную энергию, поэтому их можно регистрировать по одиночке (пересчитывать), что важно при разработке «атомного лазера».

Вокруг этой проблемы сейчас зарождается новая область физики — атомная оптика. Если обычные лазеры и мазеры излучают когерентные фотоны, то атомный лазер должен давать аналогичный пучок атомов (см. «Новости науки», 1995, № 10—12; 1998, № 6; 2000, № 5). В случае успеха можно ожидать появления измерительных приборов, интерферометров невиданной точности. С помощью таких атомных излучателей станут формировать наносхемы, то есть доставлять в нужные места нужные атомы. А если атомы будут к тому же возбуждены, то тут возникнет и какая-то новая химия.

Семейства среди белков

F.X.Gomis-Ruth et al., «Nature», 2001, v.409, p.637

В мире белков есть ограниченный набор «архетипов» — различных пространственных форм, которые принимают в ходе сворачивания совершенно разные по своим последовательностям аминокислот полипептидные цепи. Значит, все их множество можно разбить на семейства, в каждое из которых входят белки с непохожими генами и функциями, но близкие по трехмерной структуре. Видимо, представители каждого семейства имеют общее происхождение, но в ходе эволюции их гены постепенно разошлись, а конформации, определяющие их биохимическую активность (и, значит, подверженные отбору), сохранились. Именно поэтому изучение белков вирусов и бактерий нередко много проясняет в устройстве белков высших организмов.

Уже выявлена группа сходных по строению ферментов, участвующих в репликации, рекомбинации и репарации ДНК, а также, что более удивительно, в трансформации энергии в клетке. Первым расшифрованным белком этого семейства был фермент кишечной палочки, участвующий в рекомбинации ДНК; он представляет собой гексамер из белка RecA. Его родственником стал фермент геликазы, который за счет энергии АТФ разделяет две цепи ДНК (при ее репликации, а также в ходе других процессов с ее участием). Потом обнаружили, что аналогичную структуру имеет фермент H^+ -АТФ-синтаза, точнее, ее блок F_1 , который работает как трехтактный насос, перекачивающий через мембрану протоны при гидролизе АТФ (см. «Новости науки», 2000, № 3).

И вот теперь испано-германская группа исследователей определила строение белка TgwV, ответственного за половой процесс у бактерий, когда при их конъюгации происходит перенос одноцепочечной ДНК из одной в другую (благодаря чему, в частности, устойчивость к антибиотикам может быстро распространиться среди всей популяции). TgwV тоже состоит из шести одинаковых блоков, образующих симметричный комплекс с каналом посередине. Фермент погружен в мембрану бактерий и действует как «лентопотяжный механизм», перетягивающий цепь нуклеотидов через мембрану; не исключено, что принцип его работы схож с тем, что у протонного насоса. «Природа проста и не роскошествует излишними причинами вещей» (И.Ньютон).

В 1920 г. Н.И.Вавилов сформулировал «закон «гомологических рядов» для растений, давший возможность предсказывать дотеле неизвестные их формы (что

иногда сравнивают с открытием новых химических элементов на основе Периодического закона). Возможно, подобное обобщение назрело и для белков, которые тоже удастся классифицировать — построить, как говорил А.А.Любишев, их «естественную систему».

Костный мозг поможет сердцу

D.Orlic et al., «Nature», 2001, v.410, p.701

После инфарктов и приступов в сердечной мышце остаются рубцы — часть клеток этой ткани (кардиомиоцитов) гибнет. Такие клетки не восстанавливаются, поэтому после накопления нескольких повреждений сердце уже не способно полностью выполнять свою функцию и его нужно заменять. Однако хотелось бы найти альтернативу трансплантации органа, поскольку такие операции очень сложны и дороги. Нельзя ли пересаживать в мышечную ткань новые клетки, чтобы они заменили там вышедшие из строя миоциты? Метод стволовых и других мультипотентных клеток, который начали усиленно разрабатывать три года назад, открывает такую возможность (см. «Новости науки», 1999, № 8).

Он основан на том, что во взрослом организме млекопитающих сохраняются клетки-универсалы, способные при необходимости превращаться во многие типы специализированных клеток. Значит, надо научиться их выделять, заставлять дифференцироваться в нужном направлении и вводить в поврежденную ткань. Такой подход не приведет к тканевой несовместимости, поскольку донорские клетки взяты из того же организма, а кроме того, избавит от необходимости брать эмбриональный или зародышевый материал, то есть снимет этические проблемы. Его уже пытаются применить для ремонта поврежденной сердечной мышцы.

Американские исследователи использовали для этой цели мультипотентные клетки костного мозга. Большинство таких клеток предназначены для генерации клеток крови, и после некоторого внутреннего переключения они уже не могут изменить свою судьбу, но авторы работы в опытах на мышах сумели выделить их на более ранней стадии. Затем эти клетки (помеченные флуоресцирующим белком, чтобы следить за их дальнейшей эволюцией) культивировали в условиях, при которых стимулируется синтез в них мышечных белков, тем самым побуждая их превращаться в миоциты.

Сердце подопытной мыши повреждали пережиманием коронарной артерии и через несколько часов после этого вводили донорские клетки в область, окружающую поврежденный участок. Оказалось, что в течение девяти дней они хорошо приживались в новом окружении и начинали дифференцироваться в правильное направление. В целом работа сердца улучшалась, но о полном успехе говорить пока рано — еще не выяснили, как долго они будут функционировать, смогут ли заменить клетки рубца и будут ли правильно реагировать на управляющие электрические сигналы. Ведь, как гласит чешская пословица, «черт сидит в деталях».

Вообще, перспективы метода стволовых клеток выглядят фантастично — рассматривают даже возможность выращивания из них целых органов (см. статью «Работа с человеческим материалом» в «Химии и жизни», 1999, № 5—6). Но эти исследования имеют не только прикладное значение — они должны помочь выявить факторы, определяющие ту или иную дифференцировку. Понятно, что в ее основе лежат различные межклеточные взаимодействия, и это одна из самых важных и в то же время наиболее запутанных общебиологических проблем.

**Подготовил
Л.Верховский**

Грязь обработанная

Участники конференции «Физико-химические проблемы создания новых конструкционных материалов» (Сыктывкар, июнь 2001 года) конструктивно обсуждают свои проблемы

Именно грязью называют печных дел мастера глиняный раствор, которым они скрепляют кирпичи. Так же называют геологи смеси оксидов кремния и алюминия с прочими многочисленными добавками. Только в отличие от печников, радости им это вещество не доставляет: геологов интересует настоящий минерал, содержащий много ценного металла или нефти или еще чего-то полезного. С грязью, которая прикрывает богатые залежи, особенно возиться не хочется. Она идет в отвалы.

Впрочем, порой часть отвалов удается пустить в дело, например выплавить из содержащихся в них пород базальтовое волокно или шлака после плавления никель-медного сырья, — такие работы ведут ученые из Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Танаева Кольского НЦ РАН, что расположен в городе Апатиты. Проблему отходов в целом это не решает, однако сделать нечто полезное удается.

Иной подход к грязи у Института химии Коми НЦ УрО РАН.

А история здесь вышла такая.

О гибкости научного подхода

На Севере холодно, а порой и очень тепло. Как же в таких суровых условиях человеку иметь свой простой продукт? В ЦК КПСС в начале восьмидесятых годов решили, что таким продуктом может быть результат глубокой переработки местного сырья. Он содержит в себе немалую толику интеллектуального труда, на который, как известно, не надо тратить столь дефицитную в этих местах энергию. Одним словом, высокая технология. Конкретно — производство изделий из конструкционной керамики для ракетостроения.

Так появился проект завода «Орбита». На нем должны были получать композиционные керамические материалы, а в подмосковном ЦНИИ материаловедения — применять эти материалы в различных космических изделиях.

Поначалу все было неплохо: завод потихоньку строили, а в университете готовили специалистов. Они должны были работать в лаборатории керамики сыктывкарского Института химии и придумывать технологии для завода. Но в начале девяностых стройка встала — у демократической России деньги на космические программы закончились. ЦНИИ материаловедения превратился в НПО «Композит» и к 2000 году оказался на грани банкротства. Судьба же лаборатории керамики оказалась удачнее: все-таки принадлежность к Академии наук дает больше возможностей для сохранения ученых. Сейчас проблемами керамики здесь занимаются две лаборатории.

Немаловажную роль сыграло то, что во главе лаборатории стоял доктор геолого-минералогических наук Борис Алексеевич

Голдин. Со своей геологической точки зрения он сумел взглянуть на проблему не так, как это делали металлурги-технологи и материаловеды.

Первые считали и считают, что из сырья следует плавить металлы. То есть перерабатывать глинозем на алюминий, а, скажем, лейкоксен — нефтесодержащую породу Ярегского месторождения, о которой речь пойдет ниже, — на титан. Вторые же уверены, что для получения хорошей керамики нужно взять очень мелкий порошок чистого вещества, скажем, оксида алюминия или циркония, смешать его в заданной пропорции с другими, не менее чистыми веществами и потом спечь.

Геолог работает не с веществами, а с минералами, состав и строение которых уникальны для каждого месторождения. И цель производства не получение изделия с заданными свойствами, а наиболее полное использование имеющегося сырья.

А надо сказать, что Республика Коми чрезвычайно богата полезными ископаемыми, причем ее ресурсы почти не освоены. Есть здесь и уголь, и золото, и платиноиды, и алмазы. Но главное — огромные запасы бокситов, то есть сырья для производства алюминия, и лейкоксена, из которого получают диоксид титана и сам титан. И та, и другая порода помимо наиболее ценного вещества — оксида алюминия или титана — содержат много оксида кремния, а также прочие нежелательные примеси, скажем, оксид железа. Созданием технологии по использованию местного сырья и стала заниматься лаборатория керамики, после того как недостроенные цеха завода «Орбита» на окраине Сыктывкара превратились в своеобразный памятник эпохи 90-х годов.



Сырье для изготовления керамики в Республике Коми



НОУ-ХАУ

«Глиняный танк»

Пластинки для бронезилетов из корундовой керамики на основе бокситов — один из примеров плодотворности геологического подхода. Суть проблемы такова.

Бокситы бывают разного цвета. Их основа — белый оксид алюминия. Но добавки оксида железа, а в породах Тимано-Печорского бассейна его бывает до 4—10%, делают бокситы красными. Прежде чем применять красные бокситы для выплавки алюминия, их нужно обогатить, то есть отделить оксид алюминия от примесей, которые идут в отвалы. В результате возникают шламы, терриконы красной породы, причем в немалом количестве — до 1,2 тонны на каждую тонну алюминиевого концентрата. Его потом отвезут на алюминиевые заводы Урала, получат металл и с вероятностью 50% употребят на изготовление баночек для пепси-колы или какого другого напитка. А терриконы останутся, испортят ландшафт и распугают туристов, приносящих валюту.

Этой беды можно избежать, если попытаться превратить недостатки природного материала в преимущества. То есть не очищать его, а, наоборот, что-то добавить, правильно обработать и получить прочную керамику.

В чем недостаток оксида железа или кремния для керамики на основе оксида алюминия? А вот в чем. Технологам нужен твердый и прочный корунд, высокотемпературная альфа-фаза этого оксида. Она получается при нагреве выше 1450°C. Однако изделие из природного боксита нагреть до такой температуры не удастся. Дело в том, что оксид железа образует с оксидом алюминия легкоплавкую эвтектику. В результате при нагреве изделие частично расплавляется и теряет форму. Ну а если и не теряет, то в нем возникают крупные блоки, претерпевшие плавление-кристаллизацию. В них легко зарождаются трещины.

Ученые нашли способ употребить плавление на пользу. Модифицировав природный боксит, они превратили легкоплавкие участки в стекло. При охлаждении в нем растут кристаллы. Причем кристаллы анизотропные, в виде иголок или пластинок. Когда трещина доходит до такого кристалла, она вынуждена свернуть. А свернувшая трещина теряет энергию и прекращает расти.

В готовом изделии частицы из твердого корунда окружены этими армированными прослойками, и получается прекрасный материал. Его сопротивление трещинам столь велико, что керамическая пластинка сантиметровой толщины выдерживает удар пули, выпущенной из снайперской винтов-

ки с расстояния в десять метров! Множество образовавшихся при ударе микротрещин гасит энергию пули, и человек, защищенный бронезилетом из таких пластинок, остается невредимым. А ведь оксид алюминия, основной материал пластинки, весит значительно меньше, чем самый легкий металлический аналог, титан. Поэтому в планах ученых из Института химии и их коллег с ухтинского завода «Прогресс» не просто создание керамических бронезилетов, а изготовлении брони для автомобилей и, возможно, даже танков, кресел для вертолетов и т.д. Ведь температура плавления у керамики значительно выше, чем у металла, а в самом страшном оружии против танка — кумулятивном снаряде или гранате, действующая сила — тонкая струя вещества, которая проплавляет стальную броню машины. Глиняная броня, возможно, окажется более устойчивой к действию этого противотанкового оружия.

Впрочем, основное применение корундовой керамики, созданной сыктывкарскими химиками, — это всевозможные вентили и прочие узлы, где две детали сильно трутся друг о друга, причем делают это в разрушающей металлические материалы среде вроде воды. В отличие от ржавеющей в ней стали, керамика устойчива и к износу, и к коррозии.

Условности подхода к природным богатствам

На территории Республики Коми есть много видов керамического сырья: бокситы, каолиниты, фарфоровые камни, змеевиксы, лейкоксен, офикальциты, всего и не перечислишь. Идея применить их для изготовления керамики появилась одновременно со стройкой «Орбиты», которую поначалу ориентировали на привозное сырье. Причем расположенное весьма не близко — карбид и нитрид кремния предполагалось везти из Баку, где эти вещества были отходами очистки минеральных вод.

В 1986 году тогдашний президент АН СССР А.П.Александров подписал распоряжение о создании керамической лаборатории, и ученые первым делом решили попробовать фарфоровые камни, аповулканыты (кремнекислые излившиеся стекловатые породы), которые представляют собой алюмосиликаты со сложной историей. Их состав — $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ соответствует составу фарфора. Цвет камней бывает разный, от белого до серовато-зеленого, и зависит от примесей — титана, железа и щелочных металлов. Эти камни есть не только в Коми.

Их россыпи встречаются по всему Северному Уралу.

Оказалось, что если фарфоровый камень размолоть и перемешать с водой, то получится шликер — густая тестообразная масса, похожая на сырье для фарфора. Особенно хорошо, если в нем есть оксид титана: он придает материалу белый цвет. Но содержание этого оксида в разных камнях сильно отличается, поэтому для посуды фарфоровые камни не очень подошли. Зато из них получилась отличная электротехническая керамика с большим напряжением пробоя. Такая керамика нужна ухтинскому заводу «Прогресс», где изоляторы делают из сырья с Украины.

Увы, как оказалось, фарфоровые камни лежат в тайге, далеко от дорог. Поэтому идею с ними отложили на потом и занялись форстеритами. Впрочем, недавно золотодобытчики проложили дорогу в тайгу, а фарфоровые камни теперь служат у них отходами производства.

Форстерит состоит из силиката магния с примесью силиката кальция. Первый из этих силикатов обладает большим коэффициентом диэлектрической проницаемости, поэтому форстерит с малым содержанием силиката кальция — прекрасное сырье для изготовления электрических конденсаторов в ответственных изделиях, например в антеннах для спутников. Форстериты Приполярья Урала вполне пригодны для такого использования, но оказалось, что этот минерал лежит столь же далеко от дороги, как и фарфоровые камни. Поэтому сырье для изготовления этих конденсаторов на завод «Прогресс» по-прежнему везут из Забайкалья и с той же Украины.

Саморазрушающаяся керамика

И все же форстериты изучали не напрасно. Рядом с ними встречается очень интересный минерал, офикальцит — силикат кальция с примесью его же карбоната. То есть если взять цепочку минералов с разным содержанием силиката магния, то офикальцит и форстерит окажутся ее крайними звеньями. Естественно, что, изучив форстериты, содержащие много силиката магния, ученые решили посмотреть, а что будет, если это вещество из минерала убирать.

Как водится, камни офикальцита размолоти, спрессовали при высоком давлении в цилиндры и поставили в печь для спекания. Ученым хотелось проверить, какая будет у изделий из офикальцита плотность и

пористость. Но этого сделать не удалось. После того как печка остыла и ее открыли, оказалось, что на поддоне нет никаких цилиндров. Там лежали лишь горки пыли.

Изучение литературы показало, что такой исход дела можно было ожидать, но тогда вряд ли кто стал бы ставить эксперименты с официальцитом, и уникальный материал, саморазрушающуюся керамику, получить бы не удалось.

Причина разрушения в том, что у силиката кальция есть несколько полиморфных форм, которые различаются строением кристаллической решетки. Когда при нагреве эти формы переходят из одной в другую, объем элементарной ячейки решетки увеличивается. Казалось бы, при охлаждении он должен равномерно уменьшаться. На самом деле это не так: при некоторой скорости охлаждения путь системы проходит через участок, где объем элементарной ячейки увеличивается, причем очень сильно, на 15–20%. Если охлаждать быстро, этот участок можно проскочить, а если медленно, то возникающие при превращении напряжения разрушают образец.

Как установили химики из Сыктывкара, не только скорость влияет на разрушение. Систему частично стабилизирует добавка силиката магния. Это вещество создает центры, которые принимают на себя напряжения и некоторое время их держат. В зависимости от того, сколько силиката магния добавили в кальциевую керамику, разрушение может наступить и через час, и через неделю, и через восемь лет после того, как изделие вынули из печи.

А кому же нужна керамика, которая сама по себе разрушается? Технологам-литейщикам. Они, чтобы отлить изделие сложной формы, например диск турбины, помещают в литейную форму закладные элементы сложной конфигурации. Если элементы будут разрушаться сами собой вскоре после того, как изделие отлили и охладили, технология станет значительно проще, а качество повысится.

Увы, изделия сложных форм планировали делать на «Орбите», и с ее крахом пришлось саморазрушающуюся керамику тоже отложить на потом.

Нефть из шахты, диоксид титана из печи

Один из самых необычных нефтепромыслов на Земле, Ярегское месторождение, расположен на юге Печоры, где нефть добывают не на буровой, а в шахте. Нефтеносная осадочная порода, содержащая лейкоксен, здесь лежит почти на уровне зем-

Тайга на берегу Вычегды



Академиком Б.А.Голдину и Г.П.Швейкину есть что предложить в сфере высоких технологий

ли. Активно добывать ярегскую нефть начали в конце тридцатых годов силами заключенных. Люди, поставленные в безвыходное положение, придумали весьма необычный способ. Они доставали из шахты куски породы, пропитанной нефтью, и обрабатывали ее паром. Жидкая нефть стекла по желобу, а порода шла в отвалы.

Нефть ярегского месторождения тоже уникальна: она тяжелая, содержит много углеводородов с большим молекулярным весом. А это отличное сырье для незамерзающей смазки. Согласно легенде, в 1941 году такая оружейная смазка внесла свой вклад в разгром немцев под Москвой: благодаря ей советское оружие стреляло исправно, чего не скажешь о вооружении солдат вермахта, которое замерзло на лютom морозе. Впрочем, нас интересует не нефть, а вмещающая ее порода.

Лейкоксен, смесь оксидов титана и кремния, — ценнейшее сырье. После распада Советского Союза на Ярегском месторождении оказались сосредоточены основные запасы российского титана. Причем его здесь много, миллиарды тонн.

Идея наладить комплексную переработку этого сырья возникла давно, лет тридцать назад. Но появилась дилемма: на что перерабатывать лейкоксен? Стоит его превращать в металлический титан или имеет смысл ограничиться получением оксида титана и керамических материалов?

Дело в том, что есть два способа превратить лейкоксен в металл — хлорный и серноокислотный. В первом случае требуется наладить в Республике Коми производство соляной кислоты. Сделать это несложно, поскольку запасы поваренной соли здесь не-

мерены в прямом смысле этого слова — никто не знает, сколь далеко в глубь Земли уходят соляные столбы Сереговского месторождения. Но потом придется куда-то девать отходы производства, содержащие кислоту. Один из способов — закачивать ее в подземные емкости, которые получают после разработки минерального сырья.

Поскольку аналогичная проблема возникает и при использовании серноокислотного способа, в советское время посчитали, что спешить с разработкой месторождения не стоит: зачем оставлять потомкам в наследство загаженные реки и леса? И пятнадцать лет назад в свердловском Институте химии твердого тела и сыктывкарском Институте химии начали думать, как бы сделать переработку этого сырья с малым количеством отходов. И придумали несколько способов термического разложения лейкоксена. Однако со вступлением в рыночную экономику ситуация изменилась. Вот что рассказывает один из авторов технологий академик РАН Г.П.Швейкин:

«Когда мы начинали эти работы, титан добывали на Украине, и советской промышленности его хватало. Теперь же украинский титан стал заграничным и достался французам. Они сами перерабатывают сырье, получают чистый оксид титана и делают из него множество готовых продуктов: от белой краски до катализаторов. И нам этот продукт продают, естественно, существенно дороже, чем стоит сырье. Более того, можно назвать по крайней мере пять отечественных предприятий, которые ничего не выпускают, потому что им титановое сырье не достается. Ведь что такое эффект высокой технологии? Вот простой пример: килограмм оксида титана для белой краски стоит 33 рубля, а если его очистить и подготовить для изготовления оптического стекла, то этот килограмм будет стоить 600 рублей. Ну и зачем владельцам украинских месторождений терять двадцатикратную прибыль?»

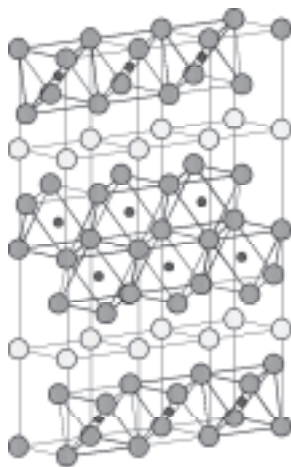
Казалось бы, тут должен помочь отечественный капиталист, заинтересованный в получении этой прибыли на российских предприятиях. Но вот, скажем, расположенное в Свердловской области титано-магне-

Из этих камней делают саморазрушающуюся керамику





Структура карбосилицида титана Ti_3SiC_2



Автор выражает признательность за помощь в подготовке материалов Борису Николаевичу Дудкину, занимавшемуся саморазрушающейся керамикой (dudkin.chemi@ksc.komisc.ru) и Юрию Ивановичу Рябьеву, создававшему корундовую керамику (rue.chemi@mail.komisc.ru)



НОУ-ХАУ

А карбосилицид титана — совсем новое вещество — материал XXI века, синтезировать которое в большом количестве умеем только мы. Получается, что не надо делать много дешевого металла и отходов. Есть возможность устроить несколько чистых производств. Они будут давать дорогую продукцию с высокой долей интеллектуального труда».

Керамический металл

Ученые, которые занимаются керамикой, считают, что карбосилициды способны породить новый класс материалов.

Эти соединения открыли довольно давно, 35 лет назад. Однако лишь в начале 90-х годов американцам пришла в голову идея, что такие структуры могут обладать уникальным сочетанием свойств.

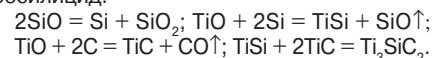
Главная особенность карбосилицидов, карбонитросилицидов и аналогичных соединений — чередование керамических и металлических слоев на наноуровне, с периодом примерно в 1 нм. Первые представляют собой карбидные и нитридные блоки. А в прослойки между ними удается загнать атомы алюминия, титана, кремния, германия, олова, свинца и других элементов из главных подгрупп 3-й и 4-й групп элементов таблицы Д.И. Менделеева. Эти структуры легко модифицировать. Например, атомы титана в карбидных блоках без труда замещаются атомами других металлов. Главное, чтобы те были способны образовывать карбиды или нитриды. Можно менять размер карбидных блоков. Удастся делать структуры, где на один слой металла приходится три слоя карбида. В общем, за 5–6 лет интенсивных исследований материаловеды Института химии под руководством Б.А. Голдина поняли, что в их руки попало настоящее сокровище. Более того, те небольшие кусочки композитов, которые удалось синтезировать, показали, что у материала чрезвычайно высокое сопротивление образованию трещин. Карбосилицид не ломается подобно хрупкой керамике, не течет, как металл, а расслаивается. В общем, лучшие черты керамики — жаропрочность, стойкость к коррозии, малый вес, и металла — прочность, вязкость, сопротивление удару, высокая тепло- и электропроводность, оказались присущи этому веществу. Но вот беда — трудно получить чистый карбосилицид титана.

Сейчас применяют две группы методов: химическое осаждение из газовой фазы и различные варианты самораспространяющегося синтеза. Они весьма дороги, много

материала с их помощью не получишь, да и содержание основного вещества, как правило, не превышает 70%. Впрочем, в лабораторных условиях удается доводить содержание примесей и до 1% — именно на таком материале и меряют свойства карбосилицида.

А вот лейкоксен, попавший в руки материаловедов из Института химии, оказался идеальным сырьем для получения карбосилицида титана. В нем есть чуть ли не все вещества, которые достаточно нагреть, чтобы запустить синтез. Цепочка реакций тут такая.

Диоксид кремния восстанавливается до монооксида, который при температуре синтеза существует в виде газа. Две молекулы монооксида, прореагировав друг с другом, превращаются в молекулу диоксида и атом кремния. Встретившись с монооксидом титана, который, в свою очередь, получился из диоксида, этот атом кремния дает первый компонент окончательной реакции — молекулу силицида титана. Второй компонент, карбид титана, получается в результате реакции монооксида титана с углеродом. Если силицид встретится с двумя молекулами карбида, пройдет реакция и получится карбосилицид:



При этих реакциях получается множество промежуточных продуктов — оксиды, карбиды титана, кремния, силицид титана. Но, как показали исследования, если не дать монооксиду улечься, все они рано или поздно станут карбосилицидом. Этим способом удается получить те же 70% основного вещества, но зато в большом количестве. А когда через пару лет стараниями американских материаловедов появился рынок карбосилицида, эта технология будет востребована и улучшена. Правда, уже не в стенах академического института, которому запрещено заниматься прикладными исследованиями, а в каком-нибудь центре внедрения.

Впрочем, проблема использования добытых академическими учеными знаний не имеет к материалам из керамики никакого отношения.

зитовое Медведевское месторождение. Мы разработали для него технологию получения оксида титана для белой краски. Но владелец месторождения говорит — рано. И месторождение не разрабатывает. Другой капиталист взял было на Ярегском месторождении обогатительную фабрику, которая дает лейкоксеновый концентрат. Казалось бы, нужно этот концентрат продавать. Но нет, его делают и складывают по соседству. Фабрику довели до банкротства.

Сейчас хозяева Ярегского нефтяного промысла решились наконец-то перерабатывать лейкоксен. Но что они собираются делать? Ферротитан, легирующую добавку для производства стали. По интеллектуальному вкладу это самый примитивный продукт. Чтобы его получать, из кирпичей делают большой тигель, заваливают туда концентрат, смешивают с алюминиевым или кальциевым порошком и поджигают. Идет алюмо- или кальциетермический процесс, и кислород отнимается от титана. Кремний уходит в силикаты и всплывает в виде шлака. Его выбрасывают, а ферротитан остается. Поскольку объем производства — тысячи тонн, будет много отходов.

У нашей технологии отходов нет, мы все перерабатываем в полезные вещества. Но, как справедливо замечают хозяева месторождения, у нас, ученых, нет 600 миллионов долларов для строительства завода. Поэтому они будут делать дешевый ферротитан, а страна — покупать дорогую продукцию из оксида титана.

А ведь по нашей комплексной технологии из лейкоксена получается несколько полезных веществ: карбид титана, монооксид кремния, карбид кремния, карбонитрид титана, карбосилицид титана. Эти вещества — высокотехнологичное сырье. Например, карбонитрид титана идет на изготовление безвольфрамовых твердых сплавов. Они очень нужны промышленности. Когда, отработавшая технологию, мы сделали небольшой участок на Кировоградском инструментальном заводе, то двадцать тонн карбонитрида моментально разошлись. Карбид кремния идет для нагревателей в микроволновых печах или для производства абразивов. Монооксидом кремния покрывают зеркала.



Дом из нетающего льда

Кандидат
экономических наук
Р.И.Шаяхмедов,
Астраханский НИПИ
газовой
промышленности

Художник Е. Станикова

«Я не терплю ничего вечного», — неожиданно спокойно сказал он и выстрелил.

А. Стругацкий, Б. Стругацкий.
Попытка к бегству

Ежегодно во всем мире сносят сотни тысяч зданий и на их месте строят что-то новое. Как правило, при этом надо вывезти миллионы тонн мусора и завезти новые строительные материалы. Вот бы найти «вечный» материал, из которого можно строить новое сооружение, разрушая при этом старое.

Аналог такого материала есть, на Севере им пользуются с незапамятных времен. Это лед. В России довольно высокие потешные здания из него строят по крайней мере со времен Анны Иоановны. Правда, прочность получаемых конструкций невелика.

Впрочем, прочность можно повысить. Еще в середине XIX века ученые заморозили мыльные пузыри и выяснили, что тонкие пленки закристаллизованной воды весьма прочны: в них нет термоусадочных раковин и трещин. Принцип «тонких пленок» ныне применяют в Якутии, когда возводят сооружения из монолитного льда: на вершину надувной опалубки в форме арки быстро намораживают слой за слоем. Прочность такой конструкции не уступает бетону.

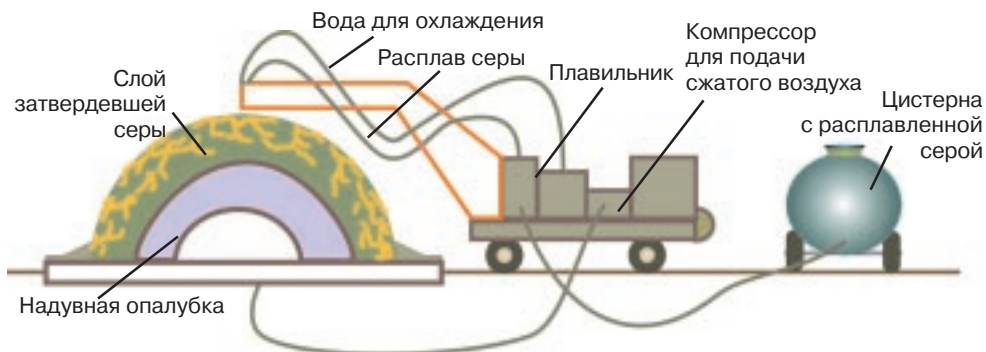
Главная беда льда в другом — этот материал хорош только зимой. С наступлением весны он разрушается. Попробуем найти ему замену. Для начала определим требования к хи-

мически инертному веществу, претендующему на звание «нетающего льда». Это вещество должно: многократно плавиться и застывать; иметь температуру плавления около 150°C; сохранять прочности и твердости до 70°C (максимальная температура на солнце в жарком климате); плохо проводить тепло; быть

безвредным для человека; его должно быть много.

Вооружившись справочниками, автор статьи провел конкурс в масштабах своего письменного стола и выяснил, что этот набор качеств есть у элементарной серы.

Вообще-то строительный материал на ее основе известен, это серополимерный цемент — элементарная сера с большой долей ее полимерных аллотропов и небольшой долей различных добавок-стабилизаторов. Полимерные аллотропы серы играют роль связующего в этом композиционном материале. Увы, название «сероцемент» вводит в заблуждение. Изделие из него получается в результате обратимого физического процесса — застывания жидкого расплава. А настоящий цемент содержит цемен-



Основные характеристики сопоставляемых материалов

Характеристика материала	Лед	Элементарная сера	Сероцемент	Бетон
Сопrotивление на сжатие, МПа	2,5	22,7	32,0	10–60
Сопrotивление на разрыв, МПа	1,1	1,1	1,7	1–6
Сопrotивление на сдвиг, МПа	0,5	1,4	2,2	
Сопrotивление на удар, МПа	0,6	0,6	0,6	
Температура плавления, °С	0	119	127	
Температура устойчивости, °С	0	70	80	
Теплопроводность, Вт/м	2,3	0,27	0,27	1–1,5
Плотность, кг/м ³	1000	2000	2000	1800–2500

тный клинкер, затворяемый в бетонных смесях водой, то есть в основе его работы лежит химическая реакция гидратации, повернуть которую вспять невозможно.



Неправильное название привело к тому, что вот уже сорок лет производство серополимерного цемента развивается как альтернатива производству портландцемента. То есть серополимерный цемент применяют в смеси с минеральными наполнителями (серобетон) и с металлическим каркасом (серожелезобетон). На этой «беговой дорожке» он уступает обычным строительным изделиям из бетона и железобетона в прочности и долговечности — вот уже сорок лет играет роль догоняющего.

В действительности же это никакой не цемент, а серополимерный лед, материал для многократного изготовления зданий. В этой области у него нет конкурентов.

Вот как выглядит технология строительства сооружений из серы (см. рис.).

Расплав серополимерного льда с температурой в 130–150°С слой за слоем попадает на вершину надувной опалубки. Стекая вниз, расплав быстро застывает в виде тонких пленок. Чтобы отвести тепло кристаллизации, вначале опалубку, а потом и застывшие слои нужно поливать холодной водой, которая при этом полностью испаряется.

Опалубку можно делать из нескольких секций, сочетать купола с арками и монтировать в ней окна и двери. Сама же опалубка может быть как многогранной, так и одноразовой, из тонких полимерных пленок. Напомним, что нагрев до 120–150°С выдерживают пленки из таких полимеров, как поливинилхлорид (материал для пластиковых обоев и окон), полипропилен (из него делают бутылки для непивных продуктов) или полиэтилентерефталат (бутылки для воды). Одноразовая опалубка послужит потом как изоляция и элемент внутренней отделки помещений. Когда сооружение возведено, его вершину покрывают слоем гидроизоляции.

Сам же строительный материал делают на месте, из разрушаемого здания, расплавляя его обломки в передвижном плавильнике, или доставляют с сероплавильного завода в изолированных цистернах. Разрушать сооружения из серополимерного льда можно как с помощью внешнего механического воздействия, так и изнутри, с помощью той же надувной опалубки, которую используют по принципу пневмодомкрата.

Посчитаем, какой эффект дает замена строительного материала. Слой серополимерного льда толщиной 50 см по прочности и теплосопrotивлению соответствует двухслойному покрытию из 25 см бетона и 25 см пенопласта. Подобное сравнение тем более корректно, что и бетон, и пенопласт можно наносить на надувную опалубку в жидком виде — набрызгиванием.

Кубический метр пенопласта стоит 4000 рублей, кубический метр бетона 915. Тогда стоимость кубического

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

метра двухслойного покрытия составит 2457,5 рублей. Тонна серополимерного льда стоит 288 рублей, а один кубический метр — 576. То есть на одном кубическом метре покрытия можно сэкономить 1881,5 рублей.

Таким образом, только затраты на покупку материалов применения серополимерного льда снижает в пять раз, и это без учета многократного использования. Вот сколь полезным может оказаться известное вещество, если посмотреть на него другими глазами.

Напомним читателям основные свойства серы.

Это вещество при комнатной температуре имеет форму α -S: лимонно-желтые кристаллы, структура которых построена из неплоских восьмичленных циклических молекул S₈, похожих на короны. При 95°С начинается переход в β -S, в решетке которой те же молекулы S₈ ориентированы по-другому.

Впрочем, сера легко образует циклические молекулы с разным числом атомов. Быстро охлаждая водой нагретый до 190°С расплав серы, можно получить аморфную модификацию, а также пластичную форму серы, которая состоит из длинных, нерегулярно расположенных зигзагообразных цепей. Со временем при температуре в пределах 20–95°С все эти формы кристаллизуются в α -модификацию.

Расплав серы вблизи температуры плавления — подвижная желтая жидкость, содержащая циклические молекулы S₈. При нагреве выше 120°С циклические молекулы превращаются в полимерные цепи, особенно этот процесс заметен при 159°С. При 187°С расплав становится темно-коричневым и почти не течет. При дальнейшем нагреве цепи начинают разрушаться, и жидкость вновь становится подвижной.

В изданной в 1995 году «Химической энциклопедии» сказано, что, по данным на 1984 год, в мире за год производили более 53 миллионов тонн серы. А справочник «Вредные вещества в промышленности» сообщает, что «токсическое действие пыли S весьма слабо, острые отравления исключены».





Всероссийская олимпиада

по органической химии
состоится в феврале 2002 г. в **Москве**

Компания «ChemBridge»,
Высший Химический Колледж
при информационной поддержке
журнала «Химия и жизнь»

приглашают студентов старших курсов, аспирантов, молодых ученых
проверить свои силы в олимпийских состязаниях

Победителей ожидают награды:

Первый приз — 10 тыс. рублей
Два вторых приза — по 5 тыс. рублей
Десять наиболее интересных работ — билеты
химической лотереи компании «ChemBridge»

Значение органического синтеза для современной цивилизации все

возрастает. Поэтому химические вузы не испытывают недостатка в студентах и аспирантах, которые видят свое будущее в научно-исследовательской работе. Перед такими студентами возникают две проблемы – выучиться и найти работу. В России сегодня есть немало фирм, которые специализируются в органическом синтезе и нуждаются в притоке молодых кадров. Одна из таких фирм – «ChemBridge», российско-американская компания, которая уже семь лет занимается синтезом соединений с потенциальной биологической активностью. Эта компания проводит в феврале в Москве олимпиаду по органической химии, цель которой – выявление способных молодых химиков-синтетиков для приглашения их на работу. Потенциальные участники – студенты старших курсов, аспиранты и молодые ученые (до 30 лет). Победителей ждут призы, а главное – хорошая работа. То есть возможность заниматься любимым делом, когда есть все, что нужно, для этого дела, причем в хорошем коллективе и не задумываясь о приработке.

Деятельность компании носит коммерческий характер, но для решения задач в области тонкого органического синтеза требуется постоянная серьезная научно-исследовательская работа. Организована аспирантура, причем научное руководство и материальное обеспечение берет на себя фирма.

Повышение уровня исследований и научный рост невозможен без обмена опытом и общения с коллегами. Компания «ChemBridge» совместно с химическим факультетом МГУ, Научным советом РАН по тонкому органическому синтезу и Российским Химическим Обществом им. Д. И. Менделеева проводит школы и конференции по органической химии. В 1999 г. состоялась Международная научная конференция «Органический синтез и комбинаторная химия», в 2000 г. – школа молодых ученых «Органическая химия в XX веке»



КОНКУРС



В одной из лабораторий корпорации «ChemBridge» в Москве



Хроматографическая очистка веществ на сегментных колонках корпорации «ChemBridge»



Научные дискуссии на семинарах в «ChemBridge»

(см. «Химию в России» 1999, №6 и «Химию и жизнь» 2000, №7), в 2001 г. — Всероссийский симпозиум «Стратегия и тактика органического синтеза» (г.Ярославль).

Большинству молодых участников таких мероприятий расходы по участию были возмещены, поэтому студенты и аспиранты из отдаленных городов России и ближнего зарубежья смогли представить свои работы. Кроме обычных для конференций лекций и стендовой сессии в программу были включены олимпиада для студентов и семинар по решению задач.

Всероссийская олимпиада по органической химии, которая состоится в феврале в Москве, будет состоять из двух этапов. Первый этап содержит 60–80 вопросов с 4-мя вариантами ответа на каждый вопрос. На ответы дается два часа. Второй этап – несколько серьезных задач, на решение которых дается большее время. Оба этапа проводятся в один день. Победителей ждут денежные призы и билеты уникальной химической лотереи фирмы.

Химическая лотерея — еще одна акция компании «ChemBridge», ставшая традицией. Очередной розыгрыш будет проведен в День химика 25 мая в Москве. Среди призов — то, без чего невозможна работа химика-органика: роторные испарители, магнитные мешалки, наборы химического стекла, химические реактивы, компьютерная и бытовая техника. Это не только шанс выиграть, но и общение с известными химиками-органиками, возможность окунуться в атмосферу весеннего настроения и веселья.

Предлагаем вам решить задачи для разминки. Тем, кому предстоят транспортные расходы, компания частично или полностью компенсирует их, если присланные решения будут правильными или оригинальными. О результатах вам сообщат дополнительно.



Академик РАН Н.С.Зефирова (МГУ) выступает с первой лекцией на симпозиуме «Стратегия и тактика органического синтеза» в Ярославле



Доктор наук А.Ф.Бочков (Институт биохимической физики им. Н.М.Эмануэля) провел на симпозиуме семинар по решению нестандартных задач. Этим же духом была наполнена атмосфера прощального банкета

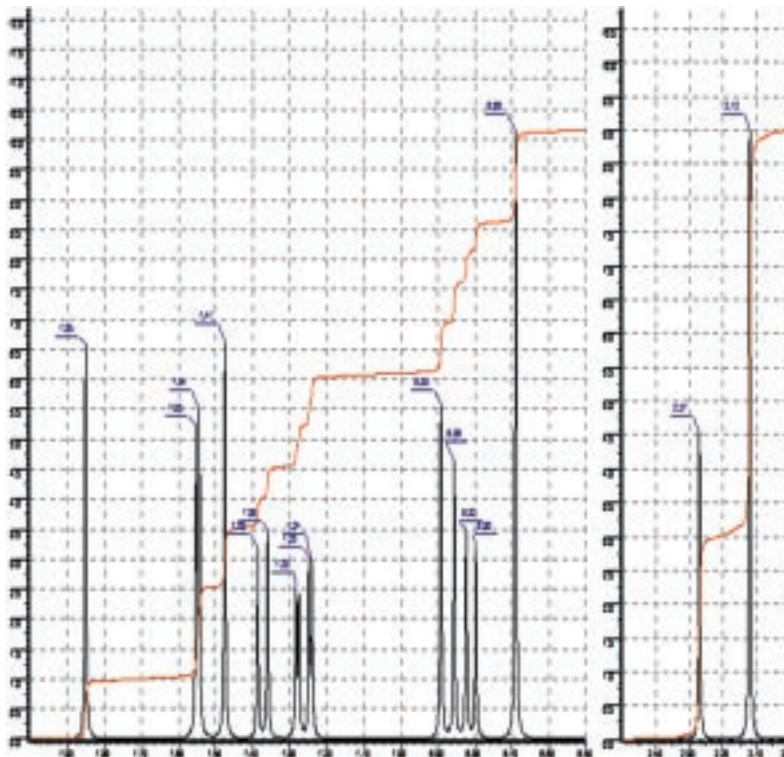


Спонсоры симпозиума и группа студентов университета

Задача 1

В результате взаимодействия 5-бромсалицилового альдегида с уксусным ангидридом при нагревании в присутствии каталитических количеств серной кислоты было выделено кристаллическое вещество, представляющее собой смесь 2-х продуктов реакции: А и В.

Предложите структуру А и В по данным ПМР-спектра их смеси (спектр расчетный, сигналы растворителя (ДМСО) не представлены, рабочая частота 250 МГц).



Задача 2

По реакции 4-метоксибензальдегида (анисового альдегида) с бромом в 95% уксусной кислоте можно получить, в зависимости от увеличения мольного соотношения бром/альдегид, с хорошим выходом продукты А, В и С соответственно (образование продуктов В и С требует нагревания).

Расшифровать структуры А, В и С, используя данные элементного анализа (данные расчетные):

Продукты	% С	% Н	t° пл.
А	44,7	3,28	50–52
В	41,6	3,05	216–217
С	28,4	1,36	271–273



КОНКУРС

Регистрационная форма участника Всероссийской олимпиады по органической химии

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Возраст (лет) _____

Город _____

Организация _____

Студент/аспирант _____

Год обучения _____

Должность (для сотрудников) _____

Тема научной (курсовой) работы или область научных интересов _____

Телефон _____

Факс _____

E-mail _____

Почтовый адрес _____

Ответы на задачи не забудьте приложить к вашей регистрационной форме.

Заявки принимаются до 20 января 2002 г.

Направляйте регистрационную форму участника факсом, электронной почтой или письмом

Факс: (095) 956-49-48. Тел. (095) 784-77-52, 246-48-11

Москва 119048 а/я 424, фирма «Кембридж».

E-mail: chembridge@online.ru.

Разные разности

Выпуск подготовили
В.Благутина,
Е.Лозовская,
Б.Силкин,
Е.Сутоцкая,
О.Тельпуховская

Итальянский ученый Л.Пикарди из Геологического центра во Флоренции придумал новое объяснение лох-несскому чудовищу. Он считает, что это были волны, которые возникали на поверхности воды при землетрясениях. Действительно, знаменитое озеро расположено на разломе Грейт-Глен, где, по мнению итальянского геолога, подземные толчки могут вызвать на спокойной глади воды нечто вроде мини-цунами. Наблюдатели говорят, что видели горбатую спину чудовища, а ведь издали волны вполне можно принять за гигантский хребет. Что касается звуков, которые приписывали монстру, то их могли издавать всплывающие из глубины пузырьки газа («New Scientist Online News», 27 июня 2001, «BBC News», 28 июня 2001).

К такому выводу Пикарди пришел в результате занятий мифологией. Ученый обнаружил связь между землетрясениями и появлением чудищ в Средиземном море, вблизи берегов Норвегии, Исландии, Северной Америки, в Шотландии. По его мнению, многие греческие мифы были основаны на событиях, связанных с тектоническими процессами.

Р.Скруттон, геофизик из Эдинбургского университета, не согласен с Пикарди. Он полагает, что для появления волн такого размера требуется очень значительное смещение пластов под озером, к тому же форма дна препятствует образованию волн. Р.Массон из Британской организации по геологическим наблюдениям напоминает, что землетрясение 1934 года произошло в другой области, и не считает разлом сейсмически активным. По его словам, ни одно землетрясение не было зафиксировано в момент появления чудовища.



На стенах пещеры у деревни Кюссак (Франция) найдены древние изображения мамонтов, носорогов, лошадей, людей и каких-то странных существ с длинными вытянутыми мордами. Глава Французского национального центра древней истории сказал, что больше всего его поразила монументальность произведений, среди которых есть четырехметровый бизон и композиции из десятков фигур.

Рельефы созданы примерно 30 тысяч лет назад, древнее только рисунки из пещеры Шове-Понт-д'Арк (Франция), которым 32 тысячи лет. Более точно датировать находку пока невозможно, считает Эндрю Лоусон, директор независимой археологической исследовательской группы из Великобритании. Когда рисунки сделаны органическими красками или углем, их возраст определяют по радиоактивному углероду. Высеченные в скале изображения датируют, основываясь на сведениях о выветривании горных пород, изменении их кристаллической структуры и химического состава. Микробы тоже оставляют на поверхности скал свой след — так называемый наскальный лак.

В пещере найдены и человеческие останки, но пока неизвестно, принадлежат они к тому же периоду, что и рисунки, или нет. Если найденные человеческие скелеты будут отнесены к палеолиту, это станет первым свидетельством того, что древние люди хоронили умерших в пещерах с «портретами» современников.

Вряд ли эту пещеру откроют для широкой публики — Франция уже занесла ее в список исторических памятников. Однако все желающие смогут познакомиться с обычными или виртуальными копиями рельефов.



Алекс Фаулер и его коллеги из Университета штата Массачусетс (США) предлагают не стирать одежду, а разводить на ней бактерии. По мысли изобретателей, они будут поедать грязь и испарения с человеческого тела, очищать ткань и даже выделять душистые вещества.

Разработка новой одежды уже началась. Поселить бактерий в ткань оказалось не просто. Для этого к полым волокнам растения из семейства молочайных подоседали вакуумный насос, который засасывал в них агаровый гель с генетически измененными бактериями — кишечными палочками. В бактерии ввели гены флуоресцентного белка медузы, благодаря которому они светятся в ультрафиолетовом свете и тем самым показывают, где находятся и живы или нет.

Бактерии довольно быстро сформировали в волокнах колонию, которая питалась человеческим потом и другими веществами, процветала и быстро размножалась. Исследователи пока не знают, как долго микроорганизмы смогут прожить в ткани, если питание закончится, и не сообщают, во что превращаются пот и грязь.

Впрочем, широкая публика подобными нюансами не интересуется. Алекс Лайтман, представитель индустрии моды из Калифорнии, считает эту идею замечательной: «Я ношу любимые джинсы постоянно и уверен, что на них обитает огромное количество бактерий, а если они начнут мой пот превращать в половые аттрактанты, это будет великолепно!» (сайт «New Scientist»).



Новый безболезненный способ лечения молочных зубов у детей предложила Норна Холл, стоматолог из Абердиншира. Теперь зуб, в котором начался кариес, можно не сверлить и не пломбировать: его защитит коронка, сделанная из мягкого сплава. Ее накладывают на цементирующую основу и закрепляют у основания больного зуба тонкой лентой из того же металла, затем пациента просят несколько раз сжать челюсти. Коронка принимает форму зуба и плотно к нему прикрепляется. Место разрушения скрывается под коронкой, и дальнейшее развитие кариеса прекращается из-за отсутствия бактерий и кислорода или замедляется до такой степени, что не причиняет никакой боли. В положенное время зуб выпадает и заменяется на постоянный.

Предварительные испытания оказались удачными. Теперь нужно выяснить, когда лучше всего ставить коронку. Самое главное в новом методе — психологический эффект; для большинства детей посещение зубного врача — одно из самых ужасных событий в жизни. Техника Холл совершенно безболезненна и не требует никакой анестезии (сайт «femail.co.uk»).



Перед уходом с поста президента Б. Клинтон утвердил государственный бюджет страны на 2001 год (новый бюджетный год в США начинается 1 октября). Научные расходы в этом документе достигают рекордного уровня, а именно: 83,3 млрд. долларов — на 9,1% больше, чем в предыдущем году.

Национальному управлению по авионавигации и изучению космоса (НАСА) досталось 14,285 млрд. долларов (на 5% больше). Распределяется эта сумма следующим образом: науки о Земле — 1,489 млрд. долларов (+3,8%), науки о космосе — 2,508 млрд. долларов (+14,4%) и биологические науки — 317 млн. долларов (+15,4%).

Входящее в систему Министерства торговли США Национальное управление по изучению океана и атмосферы получило 1,869 млрд. долларов (+6,5%), а управление фундаментальных исследований Министерства обороны 1,327 млрд. долларов (+14,3%). Геологическому управлению выделено на 8,3% больше, чем в минувшем году, а именно 883 млн. долларов. Прирост годового научного бюджета Управления по охране окружающей среды составил 8,4%; а вся сумма — 696 млн. долларов.

Министерство энергетики, отвечающее, в частности, за охрану природной среды от радиоактивных воздействий, получило на научную деятельность 3,186 млрд. долларов (+13,2%), из которых на экологию и биологию приходится 500 млн. долларов (+15,2%). Общие годовые государственные расходы США в бюджете достигли 1,8 трлн. долларов. Из них около 15% предоставлено в распоряжение различных отраслей науки. Обращает на себя внимание тот факт, что Конгресс выделил на эти нужды почти на 6 млрд. долларов больше, чем запросило правительство. Немалые расходы на науку (главным образом, прикладную) взяла на себя частная промышленность («Science», 2001, т. 291. № 5501, с.33.)

Руководство Международной программы по охране окружающей среды при ООН поручило своему финансовому подразделению подсчитать убытки, которые может принести человечеству глобальное потепление. В феврале этого года появился отчет, в котором приводится эта величина в расчете на середину XXI века. Она достигает 304,2 млрд. долларов США в год. Сумма только кажется большой: это всего лишь несколько десятых долей процента от внутреннего валового продукта всех стран мира. Для сравнения: сегодня США расходуют на контроль за загрязнением среды около 2% своего ВВП.

Большинство специалистов отказываются называть стоимость глобального потепления. В их числе один из руководителей Межправительственной комиссии по изменению климата Н. Лари, который считает это бессмысленным, ведь невозможно учесть все обстоятельства («Science», 2001, № 5506, с.961).

Некотрые ученые сомневаются, что пигмент меланин, придающий коже темную окраску, нужен людям и животным для защиты от солнечного излучения. Темная кожа, конечно, ослабляет ультрафиолетовые лучи (которые могут быть причиной мутаций), но зато больше нагревается, что в жарком климате не так уж приятно.

Австралийский биолог Джеймс Макинтош предложил оригинальную версию о назначении меланина. Он полагает, что это вещество препятствует проникновению бактерий в кожу или их размножению, а может быть, оно защищает тело от паразитов и тропических насекомых («Science et avenir», 2001, № 6).



Результаты опроса, проведенного Калифорнийской академией наук, поражают: больше половины из 1011 взрослых американцев не знает, что Земля обращается вокруг Солнца один раз за год, и 42% из них думают, что первобытные люди жили в эпоху динозавров. Полное отсутствие научной культуры тем более удручает, если учесть, что на достижениях науки основаны все чудеса техники, которые мы чаще и чаще используем в повседневной жизни. Кроме того, люди все больше хотят знать, что несет им прогресс биологии или как на них отразится загрязнение окружающей среды.

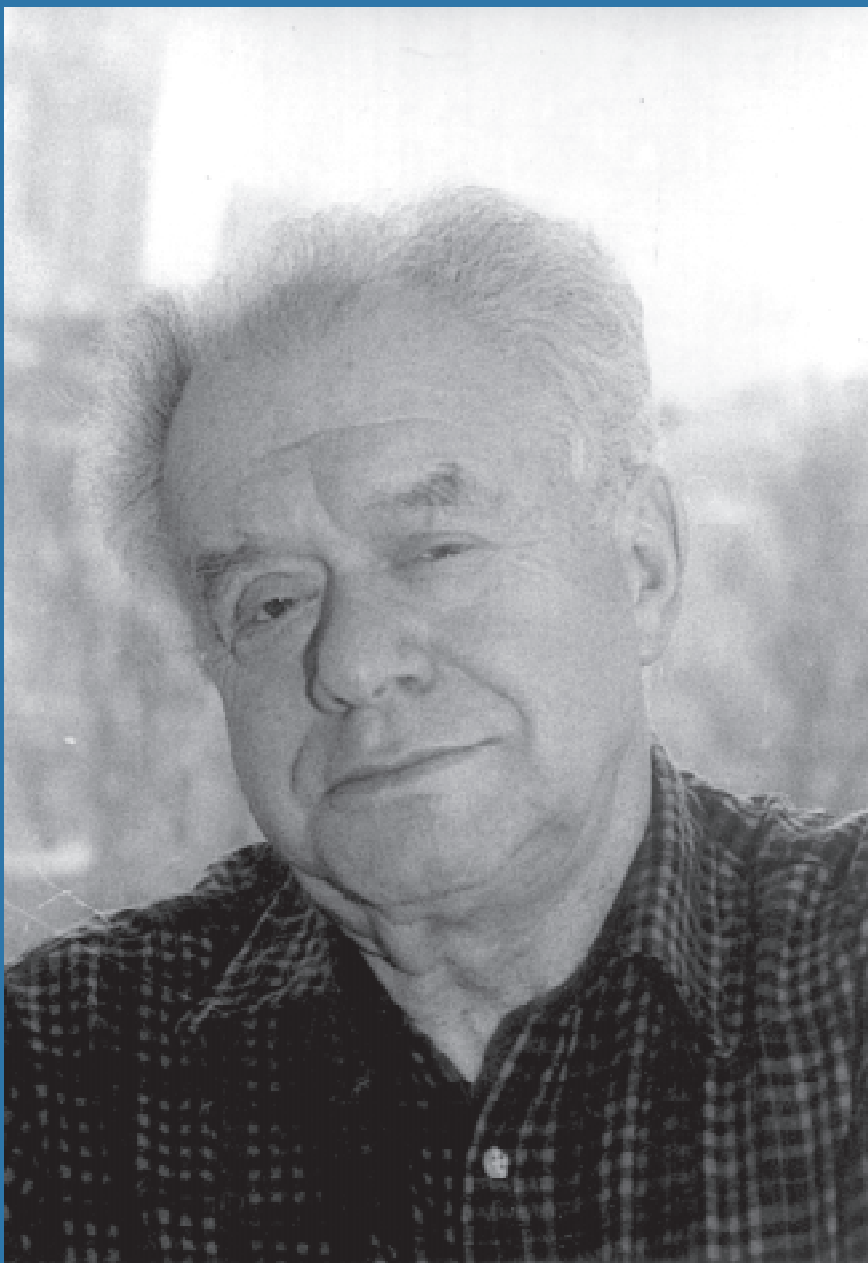
Французы решили проверить, как же у них обстоит дело с базовыми знаниями. Результаты, опубликованные в журнале «Science et avenir» (2001, № 6), оказались столь же плачевными: 53% опрошенных также не знают, что Земля оборачивается вокруг Солнца за год один раз; 42% уверены, что первые люди сосуществовали с динозаврами (плоды воспитания американским кино), и 48% не знают, какой процент суши занят океаном! И это в европейской стране, где выходит не менее десятка научно-популярных журналов, не говоря уж о постоянных научных разделах в массовых газетах. Интересно, какими были бы результаты опроса в «самой читающей» стране в мире?



Выдающийся биолог Александр Александрович Нейфах (1926–1997) родился в Москве в семье врачей. В 1943 году семнадцатилетний Александр ушел в армию и сразу попал на фронт, прослужив наводчиком орудия зенитной батареи до конца войны. Демобилизовавшись в 1946 году, Александр Нейфах поступил на биологический факультет МГУ и закончил его за два года, специализируясь на кафедре эмбриологии. Затем стал аспирантом Института морфологии животных им. А.Н. Северцова АН СССР (часть его ныне называется Институтом биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН) и в 1952 году защитил кандидатскую диссертацию. Однако в том же году он был уволен из института «по пятому пункту» и только в 1954-м, после смерти Сталина, он туда вернулся. Лишенный возможности продолжать экспериментальные работы, Нейфах написал теоретическую статью, в которой предсказал некоторые особенности генетического кода. Редакция «Известий Академии наук» отклонила статью, сославшись на то, что формальные математические соображения неприменимы к такой самобытной науке, как биология. Таким образом, приоритет в расчете генетического кода официально принадлежит не Нейфаху, а Г.А. Гамову.

Главное открытие Александра Нейфаха — обнаружение морфогенетической функции ядер: впервые было показано экспериментально, что развитие зародыша на разных стадиях регулируют и гены, и белковые факторы цитоплазмы. Эти исследования легли в основу его книги «Проблема взаимоотношений ядра и цитоплазмы в развитии», изданной в 1962 году.

Может быть, вам не важно услышать то, что я скажу, но мне важно вам это сказать.
Жан-Жак Руссо



Не ТОЛЬКО биология

Текст выступления А.А. Нейфаха на заседании ученого совета ИБР РАН, посвященного 70-летию ученого, полностью был опубликован в журнале «Онтогенез», том 70, № 5 за 1998 год.

Правду, только правду, но не всю правду. Это не научная биография, а некоторые соображения, которые мне пришли в голову по такому случаю. Не знаю, может быть, это и неинтересно. Я еще так рассказывать не пробовал.

Моя жизнь, как и у всех вас, состоит из трех частей: науки, того, что называется личной жизнью, и общественной жизни или политики. Это есть у всех, но в разной степени. У меня это было примерно поровну — не по времени, конечно, а по тому, какое место это занимало в моих мыслях и в моей душе.

Почему люди занимаются чем-либо: едой, наукой, сексом, искусством или политикой? Потому, что им это нравится. Одна девочка настойчиво просила яблоко. Ей сказали: «Скажи волшебное слово». Она подумала и завопила: «Хочу!» Почему люди хотят? У нас в мозгу есть центр удовольствия — он, вероятно, один, и цель нашей жизни — различным образом возбуждать этот центр, но люди делают это очень по-разному. В своей жизни я занимался наукой, любовью или политикой только потому, что хотел этого. Даже на войне, когда было физически тяжело, а иногда и страшновато, я хотел этого, то есть получал удовольствие. Я был патриотом, да и сейчас им остаюсь, если бы это слово не затаскали разные подонки, и я хотел выполнять свой долг — воевать.



**Выступление
А.А.Нейфаха
на заседании
ученого совета
Института
биологии развития
им. Н.К.Кольцова**

**В американской
лаборатории**



На семинаре

Наука



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Я буду говорить только о себе — как это у других, я не знаю. Я не могу о себе сказать, что для меня самым главным был научный интерес, стремление выяснить, как что устроено, хотя, конечно, такой интерес был. Другой стимул научной работы — деньги и уважение, слава, если хотите. И это играет определенную роль. Но не главную. Главное — это, по-моему, некоторое самоутверждение, типа спорта. Вот я смог, и от этого получаю удовольствие. Лучше, если есть зритель, слушатель или читатель. Но и без них удовольствие получаешь. Я сделал, вероятно, три-четыре хорошие работы, такие, которые мне нравятся, хотя не все они были приняты по достоинству, но об этом впереди. Важно, что, делая их, я испытал удовольствие.

В мире никогда не делалось столько биологических работ, сколько сейчас. Когда Сорос дал нам на всю науку на два года 100 миллионов долларов, то это вызвало подъем всей биологии. А только МНН — Национальный институт здоровья (типа нашей Академии медицинских наук) имеет годовой бюджет 10 миллиардов долларов, то есть в сто раз больше, на один год! Но у меня такое ощущение, может быть неверное, что большинство этих работ, я имею в виду молекулярные, делается как-то «в лоб», без большой фантазии. Мне нравились не сами эксперименты, хотя и это бывает приятно, и даже не результаты, а их обдумывание. У меня бывало так, что я ставил простые опыты и получал как будто бы простые результаты. Однако после длительного обдумывания вдруг получался совсем нетривиальный вывод.

Вот это обдумывание и было, вероятно, самым интересным. Не знаю, как у других. Но вот Эфроимсон пишет, что гениальный ученый отличается не столько тем, что он думает как-то иначе, а тем, что думает все время. Я, конечно, думал недолго, но иногда на это уходили недели.

Я приведу только два примера. Когда мне было немного за 30 и я работал на зародышах вьюна, мною была найдена доза рентгеновской радиации, которая убивала ядра, но еще не повреждала цитоплазмы. Но я еще не знал, для чего это можно использовать, как слоненок у Киплинга, который не знал, что делать со своим хоботом. Первое, что эмбриолог делает в таких случаях, это смотрит эффект на разных стадиях развития. Чувствительность к радиации сначала возрастает — чем позже облучение, тем короче развитие после облучения. А затем радиочувствительность резко уменьшается: чем позже облучение, тем дольше продолжается нормальное развитие. Самая чувствительная стадия при таком подходе — средняя бластула (6 часов). Может быть, кому-то это покажется просто, но у меня заняло недели две-три, прежде чем я понял, как надо рассуждать: в первые 6 часов, то есть до средней бластулы, когда бы ни были убиты ядра, а доза была именно такая, остановка развития происходит на стадии поздней бластулы — 9 часов, следовательно, развитие именно до этой стадии предопределено еще в оогенезе, и функция ядер, то есть генов зародыша, для этого не нужна. Однако дальше все меняется: инактивация ядер, начиная

со стадии 6 часов, на каждые 10–15 мин позже позволяет развитию продолжаться лишние часы и всего за 2 часа функционирования ядер обеспечивается вся гастрюляция. Следовательно, функция ядер и генов зародыша начинается на стадии средней бластулы. До нашей работы этого не знал никто. Уже после за эту модель взяли много людей у нас. Они показали, что именно на этой стадии резко падает митотическая активность, начинается синтез РНК, который контролирует синтез белков в начале гастрюляции. По-моему, с подачи О.Г. Строевой это явление было названо «начало морфогенетической функции ядер». Все эти данные я много раз рассказывал за рубежом, опубликовал несколько раз в хороших журналах по-английски. Тем не менее лет через 15 аналогичная работа была сделана в Америке на лягушке, где на нас не сослались и называли это явление «mid-blastula transition». Это название и фигурирует в литературе. Более того, два года назад эту же работу повторили на рыбе и опять сослались не на меня, а на работу моей студентки. Но это уже другая тема — о справедливости. Мне дорого то, как я непрерывно думал и придумал совсем неординарное по тому времени решение.

Еще один пример таких же сладких воспоминаний. Тут ценно то, что мне уже было больше 50. Эту работу мы делали с Олей Клячко. Ранний зародыш вьюна состоит из собственно зародыша — клеток бластулы (мы ее называем шапочкой) и большого желточного мешка. Фермент лактатдегидрогеназа — (ЛДГ) — типичный раствори-

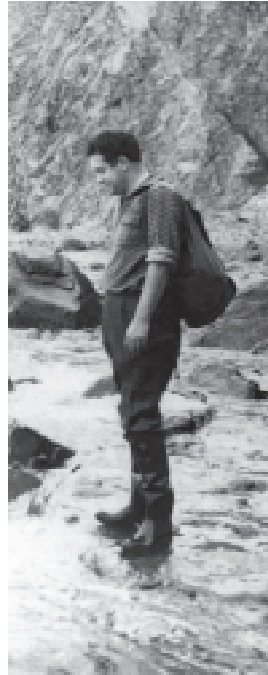


**Выступление
на школе
по биологии
развития**

**А.А.Нейфах — артиллерист
(1944 г.)**



В экспедиции



мый фермент, то есть он после гомогенизации остается в цитозоле, наверху центрифужной пробирки. (Переводим для небиологов: после механического разрушения икринок и кручения полученной жидкости в центрифуге лактатдегидрогеназа не оседает на дно, где оказываются крупные обломки, а остается в растворе. — *Примеч. ред.*) Тем не менее он, как и ряд других таких же растворимых ферментов, в раннем развитии собирается в маленькой шапочке: по количественному соотношению там его 80%, то есть 4:1, а концентрация ЛДГ в шапочке в 24 раза выше. Почему? Мы стали инъецировать внутрь икринок все больше и больше чужой ЛДГ и смотреть, как она распределяется между шапочкой и желтком. Она растет и там, и там, но в шапочке сначала быстрее, а потом гораздо быстрее в желтке. Я помню, как я ходил и думал: как это объяснить? И придумал. Очень незадолго до полуторной дозы ЛДГ соотношение поддерживается, как было, 4:1, а потом весь избыток ЛДГ распределяется пропорционально объемам шапочки и желтка, то есть 1:6. Отсюда был сделан вывод: в шапочке есть нечто, что связывает ЛДГ, делает ее нерастворимой, образует с ней некие комплексы. Емкость их невелика, если добавить еще полстолько ЛДГ, емкость исчерпывается и дальше весь введенный фермент становится действительно растворимым и распределяется пропорционально свободным объемам. Ну дальше был еще один интересный момент — мы хотели доказать, что эти комплексы действительно существуют. Наслоили гомогенат шапочки на сахарозу и прокрутили и... ничего не получили, то есть ЛДГ, как и должна, осталась наверху. Я понял, что сила связывания, или константа сродства, в ЛДГ очень невелика, недаром же 20% фермента остается в желтке. Очевидно, когда мы

делаем гомогенат, в растворе и в большем объеме пробирки эти комплексы распадаются. Тогда, чтобы сдвинуть равновесие в их сторону, мы добавили в сахарозу раствор ЛДГ и в этом случае получили большие, то есть высокомолекулярные, комплексы. Я не знаю, в какой мере такой подход был в то время оригинальным, но он, безусловно, был свой, собственный, и я как лягушка-путешественница мог крикнуть: это я выдумал! Вот за такие очень редкие моменты я и люблю науку, которой занимаюсь 50 лет.

Об оценке работы. Я уже говорил, что, на мой взгляд, наука в целом несправедлива или, точнее, часто несправедлива. Классический пример — основатель генетики Грегор Мендель умер задолго до того, как его оценили. Более того, можно, вероятно, утверждать, что он вообще никакой роли в развитии науки не сыграл — если бы его не было, точно в те же годы Де Фриз (и кто там еще) сделали бы то же самое, но теория назвалась бы не менделизм, а дефризизм. Как с чувством, что твоё открытие никому не нужно, уйти из науки и умереть настоящим монашеством? Я не сравниваю свои работы с Менделем, и у меня нет такого ощущения, что все они никому не нужны. Но если честно, то многое из сделанного за эти годы не было замечено, и в этом, конечно, прежде всего моя вина.

Во-первых, вероятно, не надо по этому поводу особенно переживать, а надо утешаться словами Пастернака: «Цель творчества самоотдача, а не шумиха, не успех». Во-вторых, трудно самому объективно оценить свою ра-

боту. Критики бывают правы, хотя мне и жаль. И опять можно утешаться Пастернаком: «Но поражения от победы ты сам не должен отличать».

Ну и последнее. Я убедился, что в науке такие правила игры, что пропагандировать свои работы надо самому — выступать, печататься в престижных журналах, уметь свою работу подать, иначе не только вы не получите, что заслуживаете, но и наука не получит ваших работ, не узнает о них.

В какой-то мере я могу сослаться на то, что после 1968 года, когда меня исключили из партии и лишили загранпоездок, я в большой степени исключился из международного общения. Но конечно, это отговорки слабые. И вообще я могу сказать, что мне в целом повезло. Меня не посадили, а очень могли бы. Я был без работы всего два года. Я всегда делал все, что хотел. У меня всегда было хорошее начальство. У меня не было учителей, но мне как-то и не хотелось их иметь. Наука хорошо возбуждала мой центр удовольствия. Я не рискну утверждать, что я честно служил науке, но определенно она служила мне.

Личная жизнь

Об этих вещах не принято говорить на ученых советах, но мне бы не хотелось обходить то, что занимало треть моей жизни, тем более что это не могло быть никак не связано с наукой. Однако не бойтесь, я не собираюсь «давать все подробности», а опять-таки поделюсь некоторыми соображениями по этому поводу, которые мне кажутся важными. Ученые, как и все люди, в отношениях с людьми другого пола, если сильно упрощать, делятся на две категории — моногамы и полигамы. Я не верю, что это целиком определяется моральными прин-



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

ной жизни, хотя искренне прошу прощения у всех тех, кого я обидел — вольно или невольно. С точки зрения христианской морали я, конечно, грешен, и мой старший сын — священник — меня осуждает, хотя мы с ним любим друг друга. Но с точки зрения библейской морали, то есть Ветхого Завета, который мне должен быть ближе, мои грехи не так уж велики.

Политика

Проблемы политики, общественного устройства и моего в нем участия волновали меня всю жизнь и сейчас волнуют не меньше, а больше. Был момент, когда я был готов пожертвовать и наукой, и своей благополучной жизнью для служения своей стране, для ее свободы. Это было в 1968 году. Но я, собственно, делал это и раньше: в 1943 году я отказался от брони и пошел на войну и на войне отказывался от всяких послаблений (офицерское училище, работа в санчасти и прочее). Я служил до конца войны на пушке — я хотел стрелять в фашистов. Я и сейчас готов в них стрелять, если придется, и на улицах Москвы. В 1948 году, когда все арабские страны напали на молодой Израиль, я пошел в Еврейский антифашистский комитет и предложил послать меня артиллеристом на ту войну. Меня не взяли, а весь антифашистский комитет был вскоре арестован и расстрелян.

К этому времени я уже начал почти все понимать. Почти, потому что понимал в отношении Сталина, но еще не понимал в отношении Ленина и коммунизма вообще. Тем не менее в 1952 году я подал заявление в партию.

Для меня сейчас важно разобраться в этом и оценить степень моей вины. Был ли в этот момент карьеризма? Такой момент был. Мой тогдашний шеф, Василий Васильевич Попов, сказал мне: «Саша, если ты со своим пятым пунктом, то есть с национальностью, хочешь остаться в лаборатории, вступай в партию». Кстати, ни тогда, ни потом меня в институте не оставили — единственного из семи

ципами или воспитанием. Я думаю, это определяется в значительной степени темпераментом, или, если проще, гормонами, то есть генетикой — что кому досталось от родителей. Но моральные принципы, порядочность непременно накладываются на это и, конечно, играют очень большую роль. Есть множество примеров, когда известные и крупные ученые вели вполне добропорядочную и размеренную жизнь. Но не меньше и обратных примеров: я называю только тех, которые сами открыто говорили о своей природной полигамности: это крупнейший наш физик академик Ландау, среди биологов это известная ученая, цитогенетик Прокофьева-Бельговская и генетик Раиса Львовна Берг. Эфроимсон в своей книге указывает на положительную корреляцию между выдающимися способностями и сексуальной активностью. Однако, как я уже говорил, это лишь корреляция, а не обязательное условие.

Ну а где же мораль? Она, как мне кажется, в том, чтобы стараться больше дать, чем взять, чтобы, по возможности, приносить меньше зла, хотя вовсе без него, по-видимому, обойтись нельзя. В этом смысле очень показателен диалог в пьесе Бернарда Шоу «Пигмалион», написанной еще в начале века в чопорной Англии. Полковник Пикеринг: «Сэр, вы порядочны в отношениях с женщинами?» Хиггинс: «Вы когда-нибудь встречали мужчину, который порядочен в отношениях с женщинами?» Пикеринг: «Да, и много раз». Хиггинс: «А я — ни разу». Так что все, по-видимому, зависит от точки зрения.

Что касается меня, то я всегда оставался самим собой, но старался вести себя лучше. Не уверен, что у меня всегда это получалось. И здесь не мне судить. Однако я рад, что мне удалось сохранить хорошие, обычно очень хорошие отношения с моими детьми и даже с их матерями. Зачем я все это

рассказываю? А вот зачем. Существует довольно распространенная среди тех, кто меня знает, и даже среди моих друзей точка зрения. Она состоит в том, что как ученый я потенциально был выше того, чего я реально достиг, что если бы я меньше занимался, мягко выражаясь, личной жизнью, то я бы достиг гораздо большего и что это было бы очень хорошо. Вот со всем этим я решительно не согласен.

Напомню то, с чего я начал: я, как и все другие люди, жил и живу только для того, чтобы возбуждать свой центр удовольствия. Я и делал это как умел и как хотел и иначе этого, очевидно, делать не мог. Достиг бы я большего, если бы не следовал своим желаниям, а искусственно ограничил бы себя только рамками науки? Совсем в этом не уверен. Ну и чего бы я достиг? Ну было бы у меня не 200 статей, а 250, ну, как предел мечтаний, скорее всего недостижимый, выбрали бы членом большой академии. Кстати, тут дело совсем не в женщинах. Покойный Овчинников достиг всего (кстати, и с женщинами он себе тоже не отказывал). Тут нужны совсем другие качества, которых у меня и нет, и я не уверен, что хотел бы их иметь. У меня есть друг — очень большой ученый, имеющий не только наше, но и мировое признание. Вот он ведет себя именно так, как якобы должен был бы себя вести я: все для науки, минимальное внимание женщинам (хотя и не без того) и постоянная борьба за место под солнцем. Но он порядочный, и это ему страшно мешает. Он многого достиг — членкор Медакадемии, постоянные поездки в Америку, всевозможные гранты и стипендии, уйма статей. Ну и что? Счастлив ли он? Ну никак не больше меня — сплошные расстройства: вот не выбрали в третий раз в большую академию, вот кто-то раньше него сделал его работу, вот не процитировали.

Итак, я не хочу и, наверное, не могу быть иным. Я не жалею о своей лич-

аспирантов, а взяли только в 1954 году, после смерти Сталина. Тогда же взяли и Севу Бродского — с тех пор мы с ним 42 года в нашем институте. Был и еще один, более серьезный аргумент. Мне говорили: «Пусть в нашем институте в партии будет больше порядочных людей». Тем не менее этот мой поступок, как я теперь понимаю и не понимал тогда, это моя вина. Частично я ее искупаю своим сегодняшним рассказом, частично тем, что в 1968 году за Чехословакию меня исключили из партии. Но только частично.

В этой связи я хотел бы сказать следующее. Все мы сейчас ощущаем несчастья, которыми платим за ту свободу, которую получили. Свободу слова, свободу передвижения. Свободу, которую мы обязательно потеряем, если придет Зюганов. Но плата за свободу очень велика: нищета многих, хотя и не всех, снижение производства, уничтожение науки, коррупция и преступность, война в Чечне. Нельзя ли было освободить нас как-нибудь иначе, полегче? За что нам такие испытания? Я считаю, что иначе было нельзя. В этой стране все получилось так, как должно было в ней получиться, — если бы не должно, то и не получилось бы. А заслужили ли мы это? Да! Я считаю, что заслужили. Это наша расплата за то, что 70 лет терпели и славословили Сталина и его режим. Почему в Америку пришлось привозить негров, чтобы они стали рабами у колонистов? Почему рабами не сделали местных индейцев? Потому что индейца нельзя сделать рабом, индеец скорее умрет, но не будет рабом. Индейцев убивали, а рабами стали негры.

Мы виноваты в том, что у власти были и оставались Сталин и другие. Так же как немцы виноваты в том, что у власти были Гитлер и фашисты. Разница в том, что в Германии после войны была денацификация и немцы до сих пор признают свою общую вину. А мы не только не хотим ее признавать, но и держим коммунистических вождей на всех главных постах. Так что нам есть за что расплачиваться и винить в этом некого, кроме самих себя. Вы скажете: Сталин — это не мы, это те, кто был тогда. А расстрел в Новочеркасске и подавление восстания в Будапеште при Хрущеве — это тоже не мы? А Чехословакия? А Афганистан, где мы потеряли 15 тысяч, а убили миллион — это что, тоже не мы? А Чечня — это кто? Это наша вина, и моя личная вина не меньше, чем ваша.

Такова моя точка зрения — только моя, я ее никому не навязываю. Но я хотел говорить о своем месте в политике, и я говорю именно об этом. В 1968 году кроме партбилета я потерял кое-что еще. Прежде всего возмож-

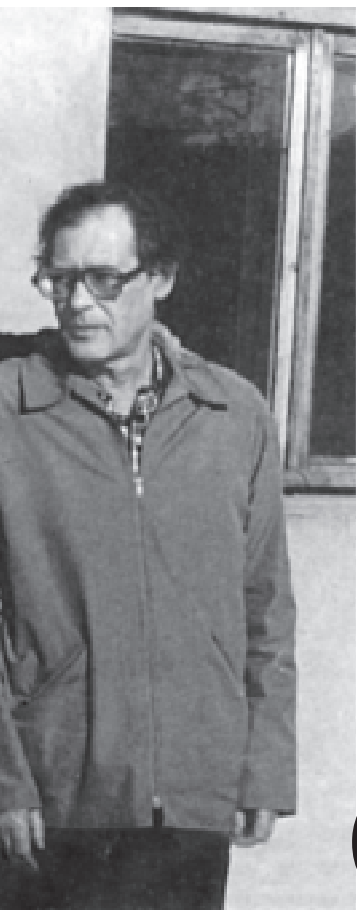


ность преподавать в университете — у меня это вроде неплохо получалось, и я мог бы иметь студентов, которых теперь нет. Я бы мог более двадцати лет ездить за границу, когда я был молодой, и лучше сохранял связь с западной наукой. Всего этого, конечно, жаль, но о том, что тогда я выступил, как мог, против оккупации Чехословакии, я не жалею. Я был бы не я, если бы не сделал этого. Почему я тогда с такими взглядами не стал настоящим диссидентом, а лишь подписал десяток писем и фрондствовал в своем институте? Потому, что боялся тюрьмы и ссылки? Было и это. Но это не главное. Главное было в том, что по своим качествам я убедился, что в политике не гожусь, я не такой, как мой великий друг С.А.Ковалев. Я ходил на диссидентские собрания, я пытался что-то делать, но я не находил себе дела, которое мог бы делать достаточно хорошо. А взамен я должен был отказаться от науки, но я не решился на такой обмен. Мне и тогда, и сейчас немного стыдно перед Ковалевым и другими членами Хельсинкской группы, куда они меня пригласили. Все они сидели, а я нет. Но все же я не жалею об этом. Вероятно, это был тогда правильный выбор. И я очень благодарен Б.Л.Астаурову, Т.М.Турпаеву и Н.Г.Хрущеву (он тогда был секретарем парторгани-

зации), которые поддержали меня, хотя, вероятно, было проще от меня тогда избавиться.

Ну и в заключение. У нас очень плохой президент — хуже, чем Ельцин, трудно представить. Но зато я могу об этом открыто говорить, как не мог до него и, может быть, не смогу после него. Но боюсь, что у нас нет выбора: или самый плохой президент, или то, что страшнее всего, — возвращение большевизма, а точнее, откровенного фашизма, ибо национал-коммунизм это и есть фашизм.

Я боюсь, что превращаю ученый совет в подобие митинга. Но я говорю о том, что меня больше всего волнует, а это и есть тема моего доклада. Если вы ждали чего-то другого, извините, что обманул ваши ожидания. Я провел в биологии 50 лет и из них в этом институте, считая аспирантуру, больше 45 лет. Большая часть моей жизни здесь вспоминается мне с удовольствием, хотя, может быть, для меня и для дела было бы полезнее работать в другом институте или даже в другой стране. Но я думаю только о своем центре удовольствия, и в этом смысле мне другого института не нужно. Институт это не только здание и не только дирекция — это все, кто в нем работают. Спасибо вам всем за это.



В кругу друзей
(слева — Б.С.Кулаев,
справа — С.А.Ковалев)



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

О долголети

Средний срок человеческой жизни за последние десятилетия возрастает довольно быстро. Но достигается это не столько за счет отодвигания предела старости, сколько за счет использования «резервов» — уменьшения детской смертности, почти полной победы над малярией, пневмонией, сепсисом, туберкулезом, оспой, холерой и другими тяжелыми болезнями.

Сейчас новорожденному в нашей стране предстоит прожить в среднем на 38 лет больше, чем в начале столетия, однако для 80-летнего человека срок жизни в среднем не увеличился — остались все те же 7 лет!

Сможем ли мы вмешаться в биологию человеческого организма с тем, чтобы увеличить продолжительность жизни, продлить время трудоспособности и отодвинуть предел старости? Это, в свою очередь, зависит от того, насколько точно мы сможем ответить на вопрос, от чего мы стареем...

Иммунологическая гипотеза Бэрнетта — оригинальный подход к старым проблемам, и в этом ее очевидная ценность. Но это истораживает. В какой мере с позиций только одной на-

уки можно найти объяснение ключевых вопросов биологии и медицины? И можем ли мы назвать предположение Бэрнетта теорией, то есть системой взглядов, прочно опирающихся на факты и объясняющих те из них, которые трудно объяснить иначе? Или перед нами не более чем интересная гипотеза, не противоречащая известным фактам, но и не подтвержденная ими?

В чем сущность гипотезы Бэрнетта? Она сводится к тому, что в человеческом организме первой «стареет» зобная железа. Стареет потому, что ее клетки проходят те 50 делений, которые, по Хайфлику, отпущены им природой. (В чем сущность «предела Хайфлика», пока совершенно неясно). (Рецензия была написана за несколько лет до того, как теломеразная теория старения получила популярность. — *Примеч. ред.*) Вследствие этого уменьшается эффективность защитной функции лимфоцитов, а они хорошо уничтожают мутантные клетки, которые накапливаются в стареющем организме. Одни мутантные клетки превращаются в раковые, другие вызывают иные нарушения. Все это в итоге и приводит к тому, что называется старостью.

В какой же мере взгляды Бэрнетта соответствуют известным фактам и объясняют то, что происходит в стареющем организме? Легко убедиться, что знакомые всем факты действительно не противоречат выдвинутой концепции, но вместе с тем и не доказывают ее.

Казалось бы, статистика строго подтверждает вывод о том, что удовлетворение своей работой способствует долголетию. На самом деле она лишь не исключает справедливости подобных предположений. Совершенно очевидно, что бизнесмены и менеджеры — руководители одной из американских телефонных компаний — и рабочие на предприятиях этой компании отличаются друг от друга не только и не столько тем, что одни довольны, а другие недовольны своей работой. У них разный образ и уровень жизни, разная степень медицинского обслуживания. Если же сравнить продолжительность жизни ученых и журналистов и считать их принадлежащими к одной социальной группе, то уже сам выбор занятия частично отражает исходные, а возможно, и существенные генетические различия между ними. Вероятно, «исследовательская жилка», которая заставляет человека выбрать научную карьеру, совпадает с такими чертами характера, которые обеспечивают большее долголетие, и, наоборот, люди, стремящиеся к столь беспокойному виду деятельности, как журналистика, имеют темперамент и склад ума, которые ведут их к преждевременной смерти. Одним словом, сама по себе статистика ни о чем не говорит, ибо неясно, что является причиной, а что следствием.

Но перейдем к самой гипотезе Бэрнетта. Действительно, зобная железа к старости атрофируется. Однако достаточно ли констатировать этот факт, чтобы указать на него как на причину старения? Ведь уменьшение железы начинается еще в детстве, когда организм растет, становится сильнее, а завершается ее атрофия у пожилых людей, которые могут, однако, оставаться здоровыми и деятельными еще два-три десятка лет. Если бы оказалось, что в случаях долголетия зобная железа атрофируется медленнее, — это был бы действительно сильный аргумент. Бэрнетт такими данными, очевидно, не располагает. Данные Хайфлика о пределе клеточных делений паразитель-

Рецензия А.А.Нейфаха на книгу известного австралийского биолога М. Бэрнетта, автора современной теории иммунитета, в которой излагается иммунологическая гипотеза старения организма. Публикуется в сокращении.



ны, хотя, как я уже сказал, пока совершенно непонятны. Но если даже такой предел действительно существует, все равно остается неясным, связана ли старость с тем, что одни клетки (такие, как лимфоциты) слишком много делились, или, напротив, с тем, что другие клетки (например, нервные) делились слишком мало. Некоторые геронтологи считают наиболее слабым звеном в организме именно мозг с его неделиющимися и, следовательно, необновляющимися клетками. В сердечной мышце — одном из слабых звеньев стареющего организма — делящихся клеток также крайне мало.

«Сфера действия» гипотезы Бэрнетта ограничивается еще и тем, что в полной мере она применима только к теплокровным — птицам и млекопитающим. У низших позвоночных — рыб и амфибий — иммунная система находится в зачаточном состоянии, а у беспозвоночных ее нет вовсе.

Немного подробнее следует остановиться на двух важных вопросах, затрагиваемых Бэрнеттом. Один из них — проблема рака. По Бэрнетту, рак — это результат мутации, с которой почему-либо не справилась иммунная система организма. Действительно, есть много данных о том, что мутации вызывают злокачественное перерождение клеток. Однако проблема происхождения рака много сложнее и сводится не только к мутациям. Важную роль в этом процессе играют и онкогенные вирусы, и канцерогенные вещества. Не менее сложен вопрос о «чужеродных белках», появляющихся в опухолевых клетках. Как считает Бэрнетт, раковые клетки синтезируют чужеродные белки. По этим белкам их и опознают лимфоциты, после чего вырабатывают против них антитела. Но так ли это?

Одним из основоположников вирусной теории рака и исследователем антигенных свойств опухолей был советский ученый Л. Зильбер. Сейчас исследования успешно продолжают его учениками, известными учеными-иммунологами Г. Абелевым, И. Крюковой и др. Эти наблюдения широко известны в мировой науке и привлекают большое внимание. Абелевым найдены, в частности, особые белки, которые возникают в клетках некоторых опухолей и выделяются ими в

кровь. На этой основе он разработал иммунологический метод ранней диагностики некоторых видов рака. Однако эти специфические белки опухолей оказались нечужеродными. Они появляются и в нормальном организме, но на эмбриональных стадиях его развития. Неудивительно, что лимфоциты считают их «своими» и не вырабатывают против них антитела.

Как сочетать эти факты с гипотезой Бэрнетта? Как объяснить ею, увы, редкие случаи заболевания раком в молодом и даже в детском возрасте, когда зубная железа еще вполне дееспособна? Может быть, в эту пору возникают как раз те виды опухолей, которые синтезируют «свои» белки, и не возникают, благодаря противодействию зубной железы, те, которые образуют белки чужеродные? Такого рода предположения правдоподобны, но научная их ценность без строгих доказательств невелика.

Я хотел бы коснуться еще одного вопроса, важного для понимания проблем старения. Насколько вообще тут велика роль генетических факторов и какое значение имеют факторы окружающей среды?

Возьмем для примера такой важный признак человека, как его психический облик — умственные способности, социальное поведение и тому подобное. Совершенно очевидно, что здесь многое определяется внешней средой с самого рождения ребенка, условиями его развития, воспитанием, образованием, возможно, случайными событиями жизни. Однако не менее очевидно, что в формировании человеческой личности определенную и важную роль играют и его наследственные задатки, которые ему достались от предков. Об этом свидетельствует и психическое сходство близнецов, и различие детей, растущих в одном коллективе, и многое другое.

Наивно было бы искать в хромосомах человека «гены гениальности» или «гены преступности». Но вполне оправданно и научно обоснованно ставить вопрос, какие врожденные и наследственные свойства создают предпосылки для того, чтобы ребенок вырос, допустим, хорошим музыкантом или математиком?

Наступит время, когда люди научатся управлять не только социальными преобразованиями, но и сознательно вме-

шиваться в наследственность человека. Было бы принципиально неверным ожидать, что стоит поместить всех людей в одинаковые «оптимальные» условия, как люди станут одаренными и лишенными недостатков в равной степени. Только изучая пути формирования признаков как реализацию генетической информации в конкретных условиях, мы сможем понять, как создаются те или иные черты характера человека.

В полной мере сказанное относится и к проблеме старения. Каждому ясно, что продолжительность жизни зависит от внешних условий, продолжительность жизни явно меняется в зависимости от питания (ожирение, например, уменьшает среднюю продолжительность на несколько лет), курения, употребления алкоголя, перенесенных болезней. Но вместе с тем существуют абсолютно достоверные данные о том, что продолжительность жизни у однояйцевых близнецов — с одинаковой наследственностью — в среднем отличается друг от друга намного меньше, чем у двуяйцевых близнецов, наследственность которых близка, но не одинакова. Так, если у двуяйцевых близнецов время между смертью одного и другого в среднем равно 6,5 годам, то у однояйцевых оно составляет только 3 года. Это, безусловно, доказывает, что продолжительность жизни в значительной мере зависит от наследственных особенностей человека. Кстати, об этом упоминает и Бэрнетт. Каким путем наследственность влияет на продолжительность жизни? Таких путей много. Определенное значение может иметь, например, врожденная слабость характера, которая делает более вероятной невоздержанность в еде или употреблении алкоголя, что, в свою очередь, приводит к преждевременной старости как бы через внешние условия. Наследственной может быть предрасположенность к сердечно-сосудистым заболеваниям или к туберкулезу, хотя, очевидно, условия жизни играют в этих случаях не меньшую роль. Главным же, по-видимому, является генетическое определение основных механизмов старости, о которых мы знаем еще очень мало.





Что новенького на Луне?

Исследуя образцы лунного грунта, московские ученые впервые обнаружили в нем частицы самородного молибдена, сульфида серебра и твердого раствора железа и олова. Исследование поддержано грантом РФФИ и Федеральной целевой программой «Интеграция».

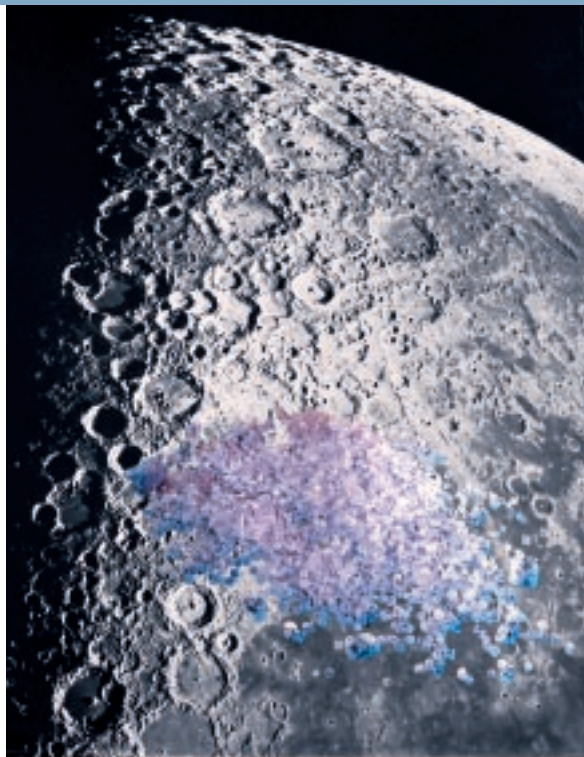
Что такое Луна и откуда она взялась? Возникла ли самостоятельно из того же первозданного облака, что и Земля? Или это отколовшийся когда-то кусочек Земли? Или Луна — вообще прилетевшая из другой галактики загостившаяся у нас космическая странница?

Чтобы узнать, какая из этих гипотез верна, нужно для начала выяснить, из чего состоит Луна. Казалось бы, ученые давным-давно ответили на этот вопрос. Ведь образцы лунного грунта были доставлены на Землю около двадцати лет тому назад, и уже тогда их тщательно изучили, а полученные данные внесли в фундаментальный справочник Дж. Фрондел. Однако наука не стоит на месте, и новые методы исследования позволяют получать новые результаты.

Ученые из Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН под руководством кандидата геолого-минералогических наук Олега Богатикова детально изучили образцы, доставленные на Землю из Моря Кризисов автоматической станции «Луна-24».

Образцы грунта представляли собой реголит — лунный песок, который образуется на Луне при разрушении горных пород. Песчинки эти очень маленькие — размером около четверти миллиметра, а изучали их ученые сначала просто под оптическим микроскопом, а затем с помощью сканирующего электронного микроскопа, оснащенного энергодисперсионным спектрометром.

Между прочим, именно реголит может дать наиболее полное представление о минеральном составе Луны, поскольку песок этот состоит из крошечных кусочков самых разнообразных минералов. Наверное, поэтому большинство новых минералов в лунном грунте находят сейчас именно российские ученые. Ведь хотя американцы в свое время привезли почти втрое больше грунта (около полутора тонн против наших 500 кг), почти весь этот груз состоял из крупных «булыжни-



ков». Ну а наши станции привезли в основном реголит, и не прогадали.

Оказалось, что в исследованных образцах есть и редкие минералы. Например, в качестве кристаллографической редкости авторы отмечают крошечный микрокристалл хромистой ульвошпинели, включенный во фрагмент полевого шпата. Этот микрокристалл имеет четко выраженную октаэдрическую форму. Еще одна интересная находка — крошечные каплевидные микрочастицы самородного железа, образующие почти замкнутую окружность.

Однако наиболее интересным было то, что некоторые из минералов были найдены вообще впервые! Например, исследователи обнаружили в образце лунного грунта самородный молибден — частичку размером около 1х0,6 микрон практически чистого молибдена. На Луне этот минерал найден в первый раз, а на Земле самородный молибден вообще не встречается.

Кроме того, авторы нашли в лунном грунте частички размером от 0,2 до 0,7 микрон, состоящие из твердого раствора железа и олова. Интересно, что и этот минерал на Земле в природе не встречается, но, как искусственно синтезированное, это соединение хорошо известно.

Наконец, еще одна находка — это сульфид серебра. Его частички размером от

1 до 3 микрон ученые тоже впервые обнаружили в виде включений в кусочки полевого шпата. Авторы полагают, что сульфид серебра сформировался на ранних стадиях развития Луны, когда в не остывшей еще планете развивались магматические процессы.

Откуда же взялись на Луне самородные металлы, которых практически нет на Земле в свободном виде? Почему частицы металлов находятся, как правило, на поверхности кусочков породы? Авторы предполагают, что это результат восстановления металлов из их оксидов солнечным ветром — протонным облучением в условиях высокого вакуума и непрерывной метеоритной бомбардировки. Ну а на Земле эти металлы просто окисляются — и воды, и кислорода у нас для этого хватает.

Интересно, что самородные металлы с лунной поверхности и на Земле окисляются с трудом. Почему это происходит? Авторы полагают, что под действием потока протонов восстановленные металлы приобретают не кристаллическую, а аморфную, более устойчивую к окислению структуру. Чтобы доказать справедливость такого объяснения, ученые провели наглядный эксперимент: взяли хорошо отполированную пластину молибдена, «написали» на ней пучком протонов слово из трех букв — говорят, слово «мир», и поместили эту пластину в пары сильнейшего окислителя — царской водки. Уже через несколько минут не тронутые окислением буквы блестели на матовой из-за коррозии поверхности пластинки.

Теперь ученые планируют поискать в лунном грунте соединения платины или металлов платиновой группы. Дело в том, что в наиболее древних земных породах таких соединений очень много, а вот на Луне, в породах-ровесницах, такие соединения пока не обнаружены. Если их там действительно нет, гипотеза о том, что Луна — не родственница Земли, а самостоятельный небесный объект, оказавшийся в плену у Земли, получит мощное подтверждение.

О.Максименко

Академик
Н.Н.Воронцов

Время, развитие, ЧЕЛОВЕК



С началом эпохи молекулярной биологии во всем мире резко изменился спектр исследователей. В биологию пошли физики, химики, нередко медики, то есть люди, не имеющие основательной биологической подготовки. К сожалению, под давлением конъюнктуры во многих университетах подготовка биологов «классического» и «современного» профилей стала проходить по разным программам. Представители «современной биологии», пройдя ускоренный курс самой биологии по упрощенным программам, более владеют методикой биологии, а не ее методологией. Представители «классической» биологии нередко считают для себя нереальным уследить за успехами современной биологии и подчас путают архаичность образования с его классичностью. Как мне кажется, отсутствие биологического образования у первых и невинность в области элементарных проблем молекулярной биологии у вторых были и остаются одной из основных причин взаимонепонимания, возникшего, в частности, при обсуждении эволюционных проблем в 70-х — начале 80-х годов. Сейчас наблюдается безусловное сближение между теми, кто еще вчера занимал позиции ортодоксов СТЭ (синтетической теории эволюции, то есть синтеза дарвинизма и открытой современной генетики), и теми, кто с юношеским жаром отрицал все достижения классического эволюционизма.

Но почему вообще спорят эволюционисты? Не являются ли эти споры свидетельством процветающей по сей день умозрительности в заключениях эволюционистов, натурфилософского подхода натуралистов к законам природы? Почему нет таких споров в среде физиков, химиков, молекулярных биологов?

На эти вопросы можно дать несколько ответов. Во-первых, споры

эволюционистов вызваны тем, что биологическая эволюция — крайне сложный многокомпонентный и многофакторный процесс. Методы редукционизма (то есть упрощения сложного к более простому) в понимании таких многофакторных процессов не всегда хороши. Установление относительной роли всех этих факторов на разных этапах эволюционного процесса отнюдь не просто, а иногда и практически невозможно.

Во-вторых, как и во всякой науке, процесс познания бесконечен. Открытие новых явлений, факторов, закономерностей меняет всю систему наших взглядов на эволюцию как на интегральный процесс, и потому попытка остановить развитие эволюционизма, завершить его каким-либо важнейшим историческим этапом не верна принципиально (вот эти этапы по именам и событиям: 1859 — Дарвин; 1900 г. — переоткрытие законов Менделя; 1926 г. — Четвериков; 1930–1932 гг. — Фишер, Райт, Ромашов, Дубинин; 1937 г. — Добжанский и 1942 г. — Дж. Хаксли, Э. Майр — завершение СТЭ).

В-третьих, бесспорно, существуют и некоторые психологические основы конфликта. Как всегда в науке, действие вызывает противодействие, акция вызывает реакцию. До сих пор еще есть биологи, блюдущие невинность в элементарных основах современной биологии и думающие, что, например, об ароморфозах (усложнении организмов в процессе эволюции) можно рассуждать и без знания современной биологии. Эта невинность порождает в качестве ответной реакции некоторое зазнайство в среде молекулярных биологов, в особенности среди тех из них, кто не получил нормального биологического образования, кому кажется, что можно судить об эволюции, не освоив того фактического и идейного багажа, который был накоплен биологией за 225 лет становления и развития научного трансформизма от Линнея и до на-



ших дней (представлений о происхождении одних организмов от других).

В этой среде, а также среди некоторой части палеонтологов с геологическим образованием возникла та обстановка, в которой выросла и последняя волна антидарвинизма. Много шума вызывают взгляды сторонников так называемого «научного креационизма» на Западе. Конференция по проблемам макроэволюции в Чикаго (1980) выявила некоторую поляризацию взглядов эволюционистов — сторонников и противников СТЭ. Но вместе с тем сейчас споры начинают потихоньку сходиться на нет. Понемногу возникает сближение позиций противников, начинают создаваться предпосылки для нового, третьего в истории эволюционизма синтеза*. Мы движемся к этому синтезу, но пока

*Первый синтез в теории эволюции — это собственно дарвинизм в его классическом варианте; второй — синтетическая теория эволюции. (Примеч. ред.)



Художник Г. Гончаров



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

кариотном уровне, затем возникли эукариоты, среди них многоклеточные, и так далее.

2. Бесспорно, что в эволюции происходили приспособительные процессы, то есть имел место адапциогенез (спорно, однако, все ли признаки возникли в результате адапциогенеза и всегда ли они адаптивны). Эволюционный процесс идет неравномерно и непрерывно.

3. Процесс адапциогенеза идет при участии естественного отбора.

4. Элементарной эволюирующей единицей является популяция.

5. Материалом для эволюции (путем отбора, или путем дрейфа генов, или за счет иных стохастических, то есть случайных, процессов) служат мутации и их комбинации (микромутации или макромутации; это — предмет спора).

6. Важнейшее событие в эволюции — это акт видообразования: возникновение двух (или более) нескрещивающихся множеств самостоятельных генофондов. Как идет этот процесс — градуально (постепенно) или внезапно (сальтационно), — вокруг этого продолжается дискуссия.)

Приведенный перечень бесспорных на сегодня фактов (а точнее, полуженей), конечно же, не претендует на полноту. Здесь мне хотелось лишь показать, что, наряду с сомнениями, есть и то, что представляется достаточно устоявшимся. Однако существует и множество вопросов, вызывающих среди эволюционистов ожесточенную полемику. Часть из них будет рассмотрена ниже.

Формы видообразования во времени

Дарвиновская схема дивергенции на самом деле демонстрировала не только дивергентную эволюцию (расхождение признаков и свойств у первоначально близких групп организмов), но и эволюцию без распада исходной ветви на дочерние. Возможность дивергентного происхождения таксонов от одной предковой популяции ныне никем не отрицается.

Б.Ренш в 1954 году и Дж.Хаксли в 1957-м предложили специальные термины для трех форм видообразования во времени (рис. 1), выделенных еще Дарвином.

Анагенез — процесс прогрессивного развития группы, не связанный с ее распадом на боковые ветви. Эволюция предков человека от австралопитеков через человека умелого (*Homo habilis*) и человека прямоходящего (*Homo erectus*) к человеку разумному была в основном анагенетическим процессом. Анагенез связан с действием движущей, или ведущей, формы естественного отбора.

Кладогенез — процесс увеличения числа ветвей в группе. Только к кладогенезу и относятся понятия дивергентной эволюции и адаптивной радиации (идеоадаптации). Многочисленные примеры кладогенезов дают группы, эволюировавшие в условиях ненасыщенных биогеоценозов изолированных территорий. Дивергенция австралийских сумчатых, давших на этом континенте сумчатого волка, сумчатую куницу, сумчатую летягу, сумчатых мышей и сумчатого кролика, — наиболее популярный пример кладогенеза. Однако справедливости ради следует отметить, что все приведенные виды относятся не только к разным видам (и родам), но и к разным семействам отряда сумчатых.

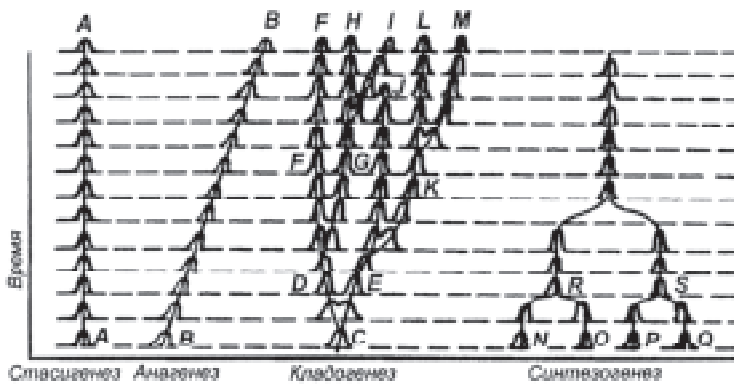
Как это ни странно, конкретных примеров кладогенезов на уровне видов одного рода, для которых был бы изучен палеонтологический материал, крайне мало. В таких случаях часто приводят примеры дивергенции видов одного рода на разных островах одного архипелага. К числу таких косвенных свидетельств кладогенеза относят, к примеру, знаменитых дарвиновских вьюрков Галапагосских островов или гавайских цветочниц (рис. 2). В результате у читателей создается впечатление, что дивергентная эволюция идет только лишь там — где-нибудь на Соломоновых островах. Конечно, это не так, однако почти полное отсутствие хорошо документированных случаев дивергентной эволюции на уровне видов одного

что еще далеки от его завершения. Есть множество вопросов, вокруг которых идут споры. Но налицо и некоторые бесспорные (на сегодняшнем уровне знаний) факты и концепции.

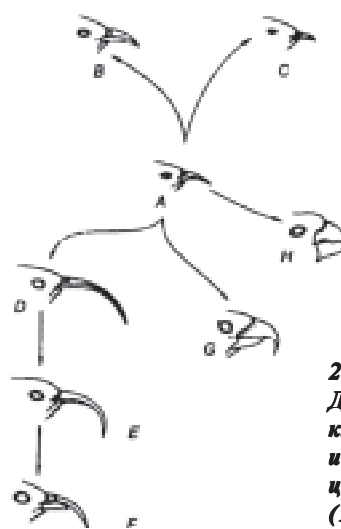
О чем не спорят эволюционисты

Действительно, есть некая бесспорная сумма фактов, некоторые эмпирические обобщения, а также вполне определенные итоги предыдущего синтеза генетики и классического дарвинизма, которые кажутся бесспорными на сегодняшнем уровне знаний и которые никто из серьезных исследователей в настоящее время не пытается опровергнуть. Вот они.

1. Жизнь существует на Земле около 3,8 — 4 миллиардов лет (о возникновении жизни мы здесь не говорим: слишком много неясного). Бесспорно то, что в первый миллиард лет (а скорее всего, и два миллиарда лет) жизнь существовала только на про-



1
Четыре основные формы видообразования во времени.
Первые три формы были ясны еще Дарвину.
Четвертый, синтезогенез (симгенез), выделен автором
(Н.Н.Воронцов, 1984)



2
Дивергенция по форме
клюва
и кладогенез гавайских
цветочниц
(Drepanididae).
По E. Dodson

рода говорит о том, сколь мало мы знаем даже о наиболее обычной форме видообразования. Кладогенез связан с одновременным или последовательным действием не только движущей, но и дизруптивной (разрывающей) формы отбора.

Дальнейший анализ, в том числе и эксперименты по моделированию дивергентной эволюции на ЭВМ, свидетельствует, что дивергентная эволюция теоретически возможна и без территориальной изоляции. Поскольку в условиях изоляции интенсивно протекают генетико-автоматические процессы (например, случайные изменения частот генов в популяции), мы должны признать, что эти процессы могут приводить к кладогенезу и при отсутствии естественного отбора.

Стасигенез — процесс длительного сохранения вида или иного таксона без их прогрессивного изменения: без направленного отбором исторического развития в каком-то направлении (то есть без анагенеза) и без дивергенции (кладогенеза). По пути стасигенеза развиваются немногие переживающие свой век представители предковых групп. Реликтовые ракообразные — мечехвосты, кистеперая рыба — латимерия, реликтовое плеченогое — лингула, примитивная рептилия — гаттерия, сохранившаяся лишь на немногих островках у берегов Новой Зеландии, — вот примеры таксонов, развивавшихся в последний период своей эволюции путем стасигенеза.

При стасигенезе в течение многих тысяч поколений действует так называемая стабилизирующая форма отбора, то есть та, которая на протяжении тысячелетий сохраняет среднее значение ведущего признака вида. Обнаружение подобных реликтов, подчас не-

отличимых от своих предков, живших сотни миллионов лет назад, нередко вызывает появление в широкой печати статей об остановке эволюции, о существовании видов, не эволюировавших сотни миллионов лет. На самом деле проявление стабилизирующей формы отбора не есть отсутствие отбора; отбор на поддержание одной и той же средней не есть отсутствие эволюции. При снятии пресса стабилизирующей формы отбора вариационная кривая изменчивости вида начинает расплываться, и в популяции накапливаются такие мутации, какие при стасигенезе неминуемо отсекаются стабилизирующей формой отбора. Этот процесс дестабилизации онтогенеза и расширения диапазона изменчивости при снятии стабилизирующей функции отбора был тщательно изучен в известных опытах академика Д.К.Беляева и его ученицы Л.Н.Трут по изменчивости у лисиц в процессе их приручения.

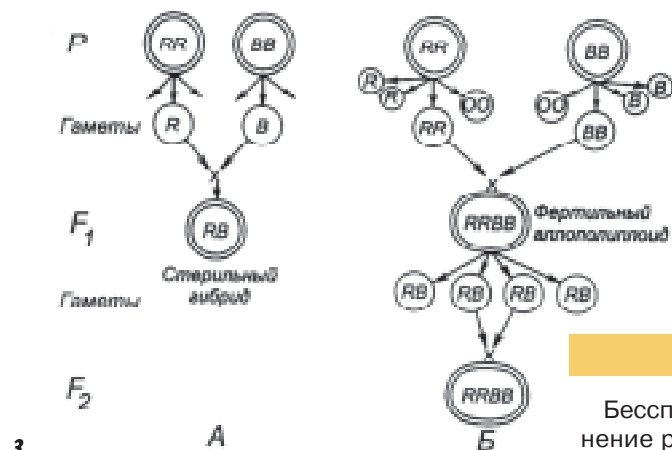
Как показали эти исследования, в линии лисиц, селекционированных на дикое (природное) поведение, изменчивость оставалась небольшой, в то время как в линии лисиц, отбирившихся по принципу приручаемости, наблюдалось такое же резкое расширение диапазона изменчивости, какое отличает настоящих домашних зверей от их диких сородичей. Такое расширение спектра изменчивости при дестабилизации Беляев связывал с дестабилизирующим отбором, что представляется мне неверным. Дестабилизация онтогенеза, вызванная снятием пресса стабилизирующего отбора, и дестабилизирующий отбор — это разные явления. Любое снятие стабилизирующего отбора ведет к неминуемому расширению диапазона изменчивости популяции как за

счет выщипления рецессивных мутаций, так и за счет появления новых селективно нейтральных мутаций. При дестабилизирующем (или центростремительном) отборе происходит отбор новых мутаций с тем же значением средних величин, но с более широкой нормой реакции генотипа.

Синтез видов — синтезогенез

Сейчас становится все более очевидным, что в природе, наряду с кладо-, ана- и стасигенезом, существует и достаточно широко распространена еще одна форма происхождения новых таксонов — путем аккумуляции геномов разных, ранее репродуктивно изолированных ветвей. Такую форму эволюции я предложил назвать симгенезом.

Этот термин стал входить в литературу. Вскоре после публикаций, в которых мною обосновывалась роль симгенеза в эволюции, вышла интересная работа ленинградских герпетологов Л.Я.Боркина и И.С.Даревского, где приведены убедительные примеры гибридного происхождения видов у позвоночных животных. Новейшие исследования В.П.Васильева показали большую роль полиплоидии и гибридогенеза в видообразовании рыб. Е.Н.Панов успешно исследует роль гибридизации в формообразовании у птиц. Работы нашей лаборатории говорят о том, что на стыках ареалов близких форм, в частности у сусликов (*Spermophilus*) или сурков (*Marmota*), существуют зоны диффузии генов через межвидовые изоляционные барьеры. А еще совсем недавно считалось, что гибридогенное видообразование наблюда-



3
А
Б
Схема экспериментов Г.Д.Карпеченко по синтезу рафанобрассики — межродового гибрида с неограниченной плодовитостью, репродуктивно изолированного от предковых родов — редьки и капусты

ется лишь в отдельных группах растений.

В чем состоит принципиальное отличие симгенеза, или синтезогенеза, от анагенеза и кладогенеза? При этих последних формах процесс видообразования может носить (но не обязательно) постепенный, градуальный характер. В этом случае можно говорить о том, что накопление отдельных мутаций структурных генов, обеспечиваемое как отбором, так и генетико-автоматическими процессами (а нередко и совместным действием этих двух формирующих факторов эволюции), может идти постепенно. Так же постепенно (нередко вообще как побочный эффект дивергенции по другим признакам) формируются барьеры изолирующих механизмов эволюции, которые со временем могут стать абсолютными. Таким образом, в случае анагенеза и кладогенеза макроэволюция действительно может идти через микроэволюцию в соответствии с одним из постулатов СТЭ.

Иначе обстоит дело при симгенезе. Даже гибридогенное видообразование, не говоря уже о случаях образования таксонов более высокого ранга путем симгенеза, не может быть сведено к классическим микроэволюционным процессам, здесь нет элементарного эволюционного явления — изменения генотипического состава популяции, ибо гибридная популяция ранее репродуктивно изолированных видов есть нечто принципиально новое: если в случае анагенеза и кладогенеза отбор, изоляция и генетико-автоматические процессы вызывают и направляют эволюцию, то в случае синтезогенеза инициирующим фактором является объединение разных геномов.

Бесспорно, что это объединение разных геномов и создание нового сбалансированного генома идет на фоне действия естественного отбора, отбрасывающего нежизнеспособные комбинации геномов. Но как элиминируемые, так и отбираемые особи в случае гибридогенеза оказываются изначально репродуктивно изолированными от родительских видов. Таким образом, синтезогенез должен рассматриваться (в случае возникновения таксона ранга вида и выше за счет объединения геномов разных видов) как макроэволюционный процесс, не вызванный микроэволюционными процессами. Вместе с тем ясно, что вслед за возникновением макроэволюционного акта начнут действовать — уже на уровне новой генетической системы — микроэволюционные процессы.

Наиболее понятна и абсолютно доказана роль симгенеза на низших этапах макроэволюции, на уровне образования таксонов ранга вида, рода. Вместе с тем накапливаются данные, говорящие о том, что и мегаэволюция может идти за счет процессов интеграции разнородных геномов.

Вот примеры экспериментального синтеза видов.

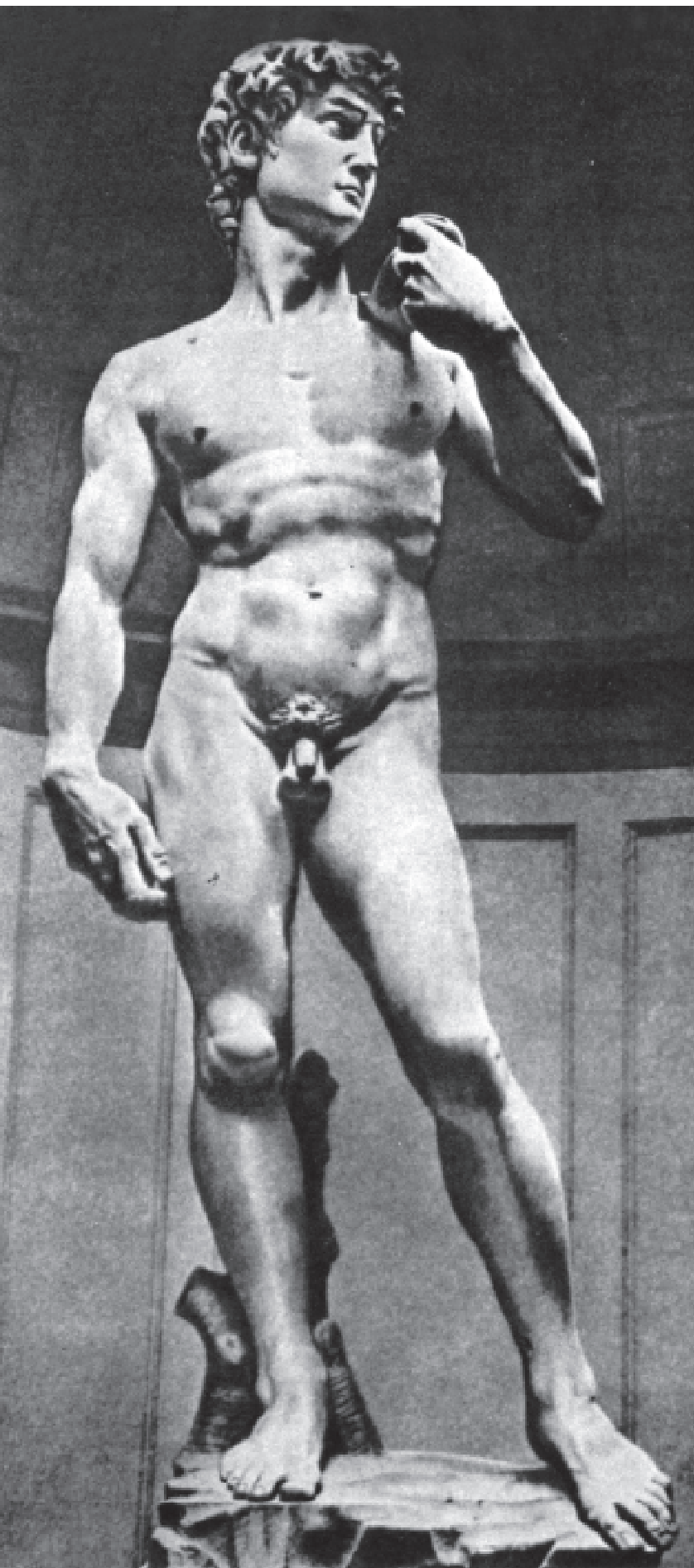
Возможность гибридогенного происхождения отдельных видов допускалась еще Линнеем и другими ботаниками того времени. Однако экспериментальные доказательства такой возможности и пути преодоления стерильности межвидовых гибридов были открыты лишь в 20–30-х годах XX века.

Общеизвестны классические опыты Г.Д.Карпеченко (1899–1942) по синтезу рафанобрассики — межродового гибрида между редькой (*Raphanus sativus*) и капустой (*Brassica oleracea*). При гибридизации (рис. 3) геномы редьки RR и капусты BB, имеющие сходное число хромосом ($2n = 18$), дают гаплоидные гаметы с 9 хромосомами типа R и B; их слияние дает стерильный гибрид с геномом RB. Стерильность вызвана нарушением

конъюгации хромосом в мейозе, поскольку хромосомы группы R не имеют гомологов в группе B. В результате нарушений мейоза образовывались единичные гаметы с нередуцированным числом хромосом с геномом RB. Слияние двух таких гамет ведет к возникновению аллополиплоида с геномом RRBB (аллополиплоидия — это наследственное изменение в клетках, заключающееся в кратном увеличении числа наборов хромосом при межвидовых скрещиваниях).

У полученного аллополиплоида в мейозе хромосомы R конъюгировали с R, а B с B. Таким образом, впервые в мире была преодолена гибридная стерильность. Эта работа Г.Д.Карпеченко (публикации в 1924–1927 годах) не только показала способ получения плодовых гибридов при отдаленной гибридизации, что затем стало широко использоваться в селекционной практике всего мира, но и продемонстрировала пути видообразования за счет аллополиплоидии в мире растений. По сути дела, синтез рафанобрассики был первым случаем конструирования нового генома, то есть того, что в конце 70-х годов XX века стали называть генетической инженерией.

Практическое значение самой рафанобрассики было равно нулю. Она, как говорили недруги генетики из окружения Т.Д.Лысенко, унаследовала «от редьки верхки, от капусты корешки». Однако Н.И.Вавилов прекрасно понимал принципиальное значение опытов Карпеченко и те огромные перспективы, которые открывает этот путь как в экспериментальном решении проблем видообразования, так и в практике селекции. Ближайший сотрудник Вавилова, разделивший трагическую судьбу своего учителя, Г.Д.Карпеченко в 1935 году опубликовал краткую, но чрезвычайно емкую книжку «Теория отдаленной гибридизации» и своими экспериментами заложил основы экспериментального изучения роли полиплоидии и гибридогенеза в видообразовании.



Трактат

Помпонию Квадрат

О происхождении и вырождении человека



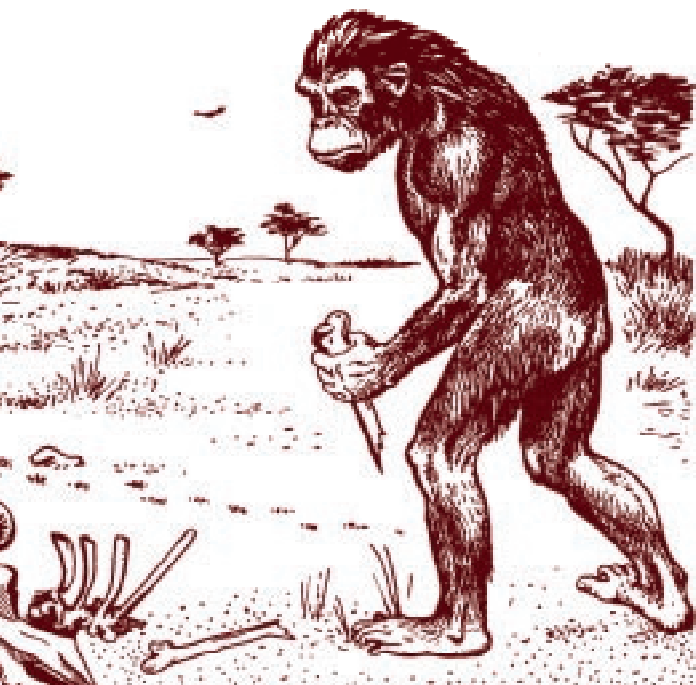
В 2001 году у эволюционной теории сразу два юбилея: 170 лет назад началось известное путешествие Чарльза Дарвина на судне «Бигль» и 130 лет прошло с тех пор, как вышла его книга «Происхождение человека и половой отбор».

Освежая по этому случаю в памяти труды классиков эволюционного учения и штудирюя современные сочинения, нельзя не обратить внимания на некое противоречие. С одной стороны, ученые не только не отрицают наличие у человека и человекообразных обезьян общего предка, но и считают открытие этого факта одним из величайших достижений биологии. С другой стороны, многие пытаются отмежеваться от ближайших родственников. Если сам Дарвин и его последователи И. Мечников и Т. Гексли много рассуждали о сходстве человека и обезьян, то современные исследователи и авторы учебников все больше напирают на различия.

Эволюционисты считают человека более прогрессивным существом по сравнению с родственными ему приматами. Слово «произошел» в их устах звучит как «превзошел». Дошло до того, что сравнения с обезьянами приобретают уже не научный, а эмоциональный характер, причем обычно не в пользу обезьян. Они, видите ли, гримасничают, скалятся, они якобы волосаты и уродливы.

В чем же причина столь пристального внимания человека к приматам, постоянного утверждения родства с ними и при этом категорического размежевания? Думается, что она кроется как раз в обстоятельствах происхождения человека. А обстоятельства эти были весьма прискорбны.

Иногда случается встретить домашнего кота, который, движимый каким-либо душевным порывом, слегка перестарался и выпал из форточки. Ошеломленный и растерянный, сидит он, прижавшись к тротуару, озираясь и принюхиваясь. Все кругом ему чуждо и незнакомо, и непонятно, как снова



УЧЕННЫЕ ДОСУГИ

науками, *превзойти их в мудрости*» (выделено мною. — П.К.). А между тем не мозгом единым жив человек!

Так что же такое человек — деградировавшая обезьяна, обезьяний вундеркинд или высшее существо? Давайте обратимся к классикам еще раз. В своей книге «Этюды о природе человека» И.Мечников писал: «Из суммы всех известных данных мы имеем право вывести, что человек представляет остановку развития человекообразной обезьяны более ранней эпохи». Но жизнь не может стоять на месте — куда-то движется и человек. А чтобы понять, куда именно, надо лишь мысленно проследить его остановившееся было развитие до логического конца.

Оно приведет нас к совершенным родительским формам, то есть к обезьянам!

И критерий истины, практика, подтверждает, что человек действительно стремится к обезьяне. В его быт уже вошли тарзанки, качели, трапеции и скалолазанье как доступные эквиваленты прыжков по деревьям. Люди, подобно другим приматам, стали постоянно что-то жевать и прихлебывать, не стесняя себя местом и временем. Многие теперь сидят по обезьяньи на корточках или забираются куда-нибудь с ногами. Ходят тоже на обезьяний манер, приволакивая ноги и сутулясь. Взгляните на иллюстрации: современный кумир молодежи гораздо больше похож на своего древнейшего предка, чем на общепринятый идеал красоты *Homo sapiens*.

Человек возвращается домой. Он всего лишь путник, заблудившийся на путях эволюции. И великая заслуга Дарвина заключается в том, что он указал людям не только их место на эволюционном древе, но и конец пути, пункт, куда придет человек, если позволить ему развиваться свободно.

Иногда случается встретить домашнего кота, которому посчастливилось обнаружить родную форточку. Полный надежды, взывает он с тротуара. Услышат ли его наверху, помогут ли вернуться обратно?

попасть в привычную обстановку. С предками человека случилось нечто подобное: оторвавшись от родных ветвей, они не смогли залезть обратно.

Но почему, почему с ними произошло то, чего никогда не бывало ни с одной обезьяной?! Ответ можно найти у классиков. Один из самых авторитетных последователей Дарвина, И.Мечников, писал: «Человек может быть рассматриваем как необыкновенное дитя человекообразных обезьян. Какая-нибудь человекообразная обезьяна в период изменчивости специфических свойств своих породила детей, снабженных новыми признаками».

Недобрую службу сослужили эти новые признаки: «обезьяньи уроды», как называет их Мечников, оказались не на высоте. Земля встретила их неласково, и предкам людей пришлось изрядно помучиться, чтобы приспособиться к новым условиям существования. Строго говоря, приравниваясь к этим условиям, люди вообще перестали быть приматами, ибо животные сии, по определению, суть млекопитающие, приспособленные к жизни на деревьях.

Но разве это прогресс?! Что, скажите, прогрессивного в том, что люди, научившись варить и жарить, утратили свои мощные челюсти и не могут больше обходиться без огня? Ведь иные кишечные паразиты пошли еще дальше и практически полностью лишились органов пищеварения, но это достижение эволюционисты трактуют как регресс. Подобный

двойной стандарт несовместим с научным мышлением. А ведь могучие челюсти — не единственная потеря человека.

Известный немецкий анатом Видергейм насчитал у *Homo sapiens* 17 органов, пришедших в упадок, и не менее 107 рудиментарных органов. Не цепляться больше человеку хвостом за ветку (см. «Химию и жизнь», № 11–12, 2000), не шевелить ушами, ловя ночные звуки, не вздыбливать шерсть на загривке! Заняв задние конечности ходьбой, человек больше не может использовать их как руки. А как жалко двух потерянных хромосом! Бедные, бедные люди!

И вот, чтобы скрыть досаду, они делают вид, будто внизу им гораздо лучше и именно туда они стремились с самого начала. Только этим и можно объяснить усиленно культивируемое чувство превосходства над обезьянами. Моральный урон, понесенный человеком в ходе эволюции, в самом деле чрезвычайно велик, и, чтобы хоть как-то его компенсировать, люди сочинили легенду о своих необыкновенных умственных способностях, материальной основой которых стало довольно сомнительное эволюционное приобретение — «аномально большой мозг, заключенный в объемистом черепе» (И.Мечников). Чтобы не распространяться на эту тему слишком долго, вспомним изречение японского мыслителя XIV века Урабэ Канаёси (Кэнко-хоси): «Чтобы превзойти в чем-то людей, следует думать лишь о том, чтобы, занявшись

Способ существования белковых тел

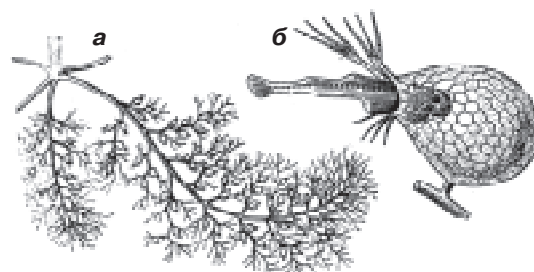
Кандидат
биологических наук
Н.Л.Резник

Растения в поисках азота

Казалось бы, добыть азот — невелика проблема, атмосфера состоит из него почти на 80%. Но молекула N_2 чрезвычайно прочна: два ее атома соединены тремя связями, и, чтобы их разорвать, надо затратить очень много энергии. С этой задачей справляются лишь немногие микроорганизмы. Это, главным образом, почвенные бактерии *Clostridium* и *Azotobacter* и синезеленые водоросли (чтобы ассимилировать 1 мг атмосферного N_2 , азотфиксирующая бактерия *Clostridium pasteurianum* перерабатывает около 500 мг углеводов). С помощью нитрогеназной ферментной системы они переводят атмосферный азот в растворимый аммиак, который насыщает почву и воду. Другие источники аммиака — продукты выделения и разлагающиеся белки мертвых организмов. Однако растениям для синтеза своих аминокислот не всегда хватает растворимых форм азота, и многие из них пользуются дополнительными источниками.

Растения семейства бобовых (горох, фасоль, соя, клевер и люцерна) обзавелись персональными азотфиксаторами. Это бактерии рода *Rhizobium*, живущие в корневых опухлях, или клубеньках. Каждый вид бобовых имеет свой собственный симбиотический вид *Rhizobium*, который снабжает хозяина азотом, получая от него органические питательные вещества. Азотфиксирующие симбионты активизируются только в том случае, когда растениям не хватает почвенного азота, поэтому удобрять нитратами гороховое поле не имеет смысла. Благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями бобо-

вольные содержат белка больше, чем другие растения, а сою диетологи даже рекомендуют как заменитель мяса. Некоторые растения хищничают. Существует около 450 видов плотоядных растений; они ловят добычу специальными приспособлениями, разлагают с помощью пищеварительного сока и всасывают переваренную жертву. А жертвы у них разные, смотря по обстоятельствам.



1
Цветущая пузырчатка, ее подводная часть с ловчими пузырьками (а) и пузырек с маленькой рыбкой (б)

вые содержат белка больше, чем другие растения, а сою диетологи даже рекомендуют как заменитель мяса.

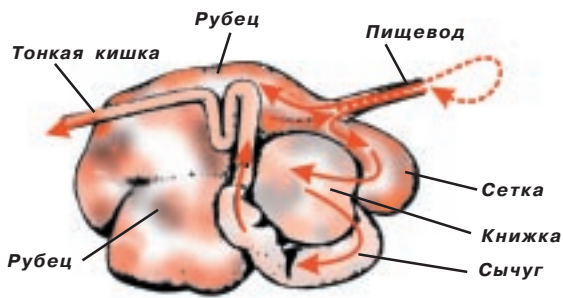
Некоторые растения хищничают. Существует около 450 видов плотоядных растений; они ловят добычу специальными приспособлениями, разлагают с помощью пищеварительного сока и всасывают переваренную жертву. А жертвы у них разные, смотря по обстоятельствам.

Например, водяное растение пузырчатка обыкновенная (*Utricularia vulgaris*) питается водной мелочью. Свое название она получила благодаря видоизмененным листьям, превращенным в маленькие ловчие пузырьки. В ротовые отверстия пузырьков, привлеченные сладкими выделениями растения, заплывают личинки мелких рачков и комаров, червячки и инфузории, иногда даже мальки рыб, а выбраться им не дает специальный клапан.

Самое знаменитое среди плотоядных растений, бесспорно, насекомоядная росянка (ее существует несколько видов). Желёзки на ее ловчих листьях, помимо пищеварительного сока, вырабатывают липкий секрет для привлечения насекомых и специальные вещества, парализующие добычу. В отличие от многих других плотоядных

растений, ловушки которых отвечают на прикосновение, росянки различают химические сигналы, поэтому понимают, что им попало на лист. Они не реагируют на дождевую каплю или хлебную крошку, однако насекомое, кусочек мяса, капля слабого раствора аминокислот или аммиака — для них сильные раздражители. В этом случае ловушка захлопывается и раскрывается лишь через несколько дней, готовая к работе.

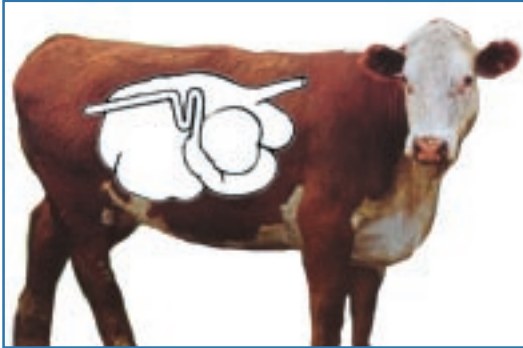
Хищничество не заменяет растениям фотосинтез, это лишь средство добыть азот и фосфор; благодаря такой подкормке плотоядные растения заселили бедные питательными веществами почвы, бесплодные скалы и почти стерильные болота и при этом прекрасно себя чувствуют и достигают изрядных размеров. Например, роселист лузитанский (*Drosophyllum lusitanicum*), растущий на скалах Марокко и Пиренейского полуострова, — рослый полукустарник. Португальские крестьяне используют его тридцатисантиметровые липкие листья для ловли насекомых, отчего роселист называют еще «португальской мушкетеркой». В теплицах на одном таком растении насчитали более 230 мух, пойманных в течение дня.



2
В многокамерном желудке жвачных животных четыре отдела: рубец (гигантский бродильный чан), сетка, книжка и настоящий желудок — сычуг



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ



травоядным, потому что трава и листья особенно богаты целлюлозой и бедны белками. Но травоядные приспособились к выполнению таких условий, причем особого успеха достигли жвачные животные — коровы, овцы, верблюды, козы.

Чтобы от обильной пищи был прок, нужно иметь место для ее неспешного переваривания. Громадный желудок жвачных состоит из нескольких отделов, точнее, настоящему пищеварительному желудку предшествуют несколько крупных камер, в которых долго перетираются и разлагаются растительные волокна. Время от времени животное отгрызает содержимое этих камер и снова перетирает непереваренный волокнистый материал, жует жвачку, которую потом опять заглатывает. Этот процесс и дал группе жвачных их название.

Но одним лишь длительным многоступенчатым перетиранием пищи жвачные не добились бы такого полного извлечения растительного белка. В самом большом отделе желудка, рубце, живет и размножается множество бактерий, простейших и анаэробных грибков, которые имеют фермент целлюлазу. С помощью этого фермента желудочные симбионты расщепляют целлюлозу, то есть осуществляют микробное брожение, и делают белки растений доступными для

животных. Кроме того, микроорганизмы рубца и сами могут синтезировать белок из неорганических азотных соединений, таких, как соли аммония. Каждый день в предпоследний отдел желудка жвачных, книжку, переходит 69% населения желудка, что дает корове более 100 г белка в день. Синтез микробного белка можно увеличивать, если к пище жвачных добавлять мочевины. Это явление используют в молочной промышленности: так как синтетическая мочевина недорога, добавлять ее в рацион молочных коров выгоднее, чем использовать более дорогой корм, богатый белком.

В состав большинства белков входит около 20 различных аминокислот, из которых большинство млекопитающих могут синтезировать только 10, называемых заменимыми. Остальные аминокислоты незаменимые, то есть их обязательно надо получать с пищей. Термины «заменимые» и «незаменимые» обозначают только возможность синтеза и не отражают роли аминокислоты в организме. Микрофлора рубца синтезирует все аминокислоты, благодаря чему жвачные в своем питании не зависят от количества и качества белка, который они получают извне.

Если пища скудна, некоторые жвачные даже подкармливают своих симбионтов. Например, верблюд, которому дают плохое сено и финики, практически не содержащее белка, почти перестает выделять мочевины. Она по-прежнему образуется в процессе обмена веществ, но не выводится с мочой, а возвращается в рубец — отчасти через стенки рубца, а отчасти со слюной. В рубце мочевина гидролизруется до CO_2 и аммиака, из которых бактерии синтезируют белок. Таким образом верблюд повторно использует значительную часть белкового азота, имеющегося в его распоряжении. То же делают и овцы, и кролик, который к жвачным не относится, а также крупные сумчатые кенгуру и валлаби, у них пища тоже сбраживается микробами до поступления в пищеварительный желудок.

Итак, растения тем или иным образом обеспечивают себя азотом и синтезируют аминокислоты, из которых, как из кубиков, растительноядные животные могут строить собственные белки. Но для того, чтобы воспользоваться растительными белками, их, во-первых, нужно извлечь, а во-вторых, извлечь в нужном количестве.

Асы растительного питания

Клетки растений, особенно травы и листьев, и белковые запасы семян упрятаны в целлюлозную оболочку, как в деревянный ящик. Пищеварительные ферменты животных не могут разлагать целлюлозу, поэтому часть растительных белков остается нераспакованной и непереваренной. Чтобы насытиться, растительноядным животным приходится соблюдать два основных правила: много есть и как можно лучше разрушать целлюлозные оболочки. Труднее всего приходится

3
Объемистый желудок ленивца по строению напоминает желудок жвачных



Не жвачные, но травоядные

Поскольку целлюлозосодержащая пища обычно объемиста, а брожение идет относительно медленно, для него требуется много места. Вот почему многокамерные желудки есть не только у жвачных, но и у некоторых нежвачных копытных, и даже у очень далеких от них растительноядных, таких, как ленивец и обезьяна лангур. Даже среди сумчатых есть животные, у которых желудок сходен с рубцом. Одно из них — кенгуру куока, величиной с зайца. Его большой желудок дает приют микроорганизмам, участвующим в переваривании целлюлозы, и вмещает почти 0,5 кг влажного корма, что составляет 15% от веса тела — соотношение, характерное для жвачных.

У других травоядных, лошадей например, основное сбраживание целлюлозы происходит не в передней части желудочно-кишечного тракта, а в крупном ответвлении от нижней части кишечника — слепой кишке. Эти животные уже никогда не станут жвачными, потому что отрывать грубые непереваженные частицы из слепой кишки невозможно. Микробное брожение в слепой кишке имеет и другие недостатки: во-первых, переработанный симбионтами корм уже не может проходить через длинный кишечник, где освобожденный белок переваривается и всасывается; во-вторых, слепая кишка не всасывает мочевину, то есть организм теряет часть микробного белка. В результате микробы толстой кишки не обеспечивают лошадей всеми необходимыми аминокислотами.

Однако у животных с развитой слепой кишкой есть свой способ повторного использования азота — копрофагия (от греческого *copros* — кал и *phagein* — есть). У многих грызунов, а также у кроликов и зайцев в слепой

кишке из недопереваренного корма образуются более мягкие и крупные светлые экскременты; в прямой кишке они лежат отдельно от обычного помета. Животное не роняет их на землю, а поедает прямо из анального отверстия, не разжевывая. В желудке эти фекалии не смешиваются с другой пищей, а располагаются отдельно в особой области около дна желудка, которая представляет собой бродильную камеру, аналогичную рубцу овец и коров.

Тяжелее всего мелким животным, например грызунам, — объемистый желудок в них не помещается, а питаться часто приходится бедными кормами. У грызунов очень активный обмен веществ, и, чтобы насытиться, им приходится очень много есть и быстро перерабатывать эту пищу одновременно во многих отделах пищеварительного тракта. Хотя у мелких травоядных есть и копрофагия, и симбионты, которые сбраживают целлюлозу, даже эти приспособления и беспрерывное лопание не в состоянии восполнить потребность в азоте, если пища бедна белками. Было не совсем понятно, как грызуны справляются с этой проблемой, пока российские ученые под руководством профессора Елены Ивановны Наумовой не обнаружили в желудке и кишечнике красных полевок азотфиксирующие бактерии. Активность бактерий зависит от того, насколько пища полевок богата белками. При недостатке белка фиксация азота возрастает иногда более чем в 10 раз. Поскольку специального резервуара для азотфиксаторов внутри полевок нет, часть бактерий, а также их споры выходят из организма с фекалиями, но тут выручает копрофагия: поедая экскременты, грызуны вновь заселяют желудок и кишечник. По мнению ученых, другие мышевидные грызуны тоже живут в симбиозе с азотфиксирующи-

ми бактериями, которые активизируются во время бескормицы и не дают мышам пропасть.

Кстати, симбионтов в желудке имеют не только млекопитающие. У большинства птиц семейства куриных есть две слепые кишки для сбраживания целлюлозы. Скажем, белой куропатке на Аляске приходится всю зиму питаться одними лишь ивовыми почками и побегами.

Азотфиксаторами, как и бактериями, переваривающими целлюлозу, буквально набит кишечник тех насекомых и моллюсков, которые питаются древесиной, — термитов и корабельных червей. Древесина содержит очень мало азота, а древогрызы на этой пище процветают исключительно благодаря кишечным симбионтам.

С азотфиксацией же связана высокая биологическая продуктивность коралловых рифов. Тропические воды очень бедны растворенными питательными веществами и азотом, но на мелководных коралловых рифах живет азотфиксирующая синезеленая водоросль *Colothrix*. Она насыщает протекающую воду азотом, и коралловые рифы просто нашпигованы самими разнообразными живыми существами.

Те, кто вегетарианцами не рождаются

Прочитав про обеденные ухищрения травоядных, можно подумать, что хищникам легче. В самом деле, мясо и яичный белок содержат все необходимые аминокислоты, расщеплению животных белков ничто не препятствует, поэтому пищеварение проходит достаточно быстро, а корма нужно относительно немного. Хищники не нуждаются ни в объемистом желудке, ни в кишечных симбионтах, ни в постоянной пастыбе: съел — и порядок! Но зато в поисках пищи плотоядные могут рассчитывать только на себя и гораздо больше, чем травоядные, зависят от внешних условий. Иногда силою обстоятельств вид бывает вытеснен в такие места, где хищничать нельзя. Приходится переори-

4
В желудке кролика пища располагается слева, а проглоченные фекалии — справа





5
Корабельный червь,
который не червь,
а моллюск,
на изъеденном
им куске дерева

ентироваться на растительные корма, но для этого необходима перестройка кишечника, а это дело не простое. Конечно, в какой-то мере кишечник реагирует на смену рациона. Примером тому служат опыты на свиньях, которых кормили только растительной или только животной пищей. Корма с повышенным содержанием животного белка приводили к таким изменениям строения пищеварительного канала и внутриорганный сосудистой системы желудка и тонкого кишечника, которые характерны для плотоядных животных. А кровеносные сосуды желудочно-кишечного тракта свиней другой группы, получавших в корме белок только растительный, стали подобны сосудам травоядных. И кишечник у этих свиней несколько длинней, чем у тех, которые сидели на животных кормах. Так что нетравоядные животные могут перейти на растительное питание.

Например, исходно хищная африканская циветта в некоторых районах переселилась с открытой местности в тропические леса. Охотиться там она не может и питается плодами. В плодах мало целлюлозы, и животным для переваривания хватает их относительно небольшого кишечника. Другому бывшему хищнику, большой панде, не так повезло. Она живет в бамбуковых рощах, а бамбук не назывешь плодовым деревом. Панде приходится кушать бамбуковые листья, которые она плохо пережевывает (ее зубы для этого не годятся) и еще хуже усваивает в своем медвежьем желудке. В итоге, чтобы наестся, несчастное животное принуждено потреблять

до 40 кг бамбука в день (почти собственный вес) и при этом почти беспрерывно какать. Большая панда давно бы исчезла с лица Земли, если бы китайцы о ней не заботились.

К потреблению пищи, богатой целлюлозой, надо приспособить не только пищеварительную, но и иммунную систему. Это особенно заметно при сравнении такого, казалось бы, универсального продукта, как молоко. С молоком матери новорожденные получают иммуноглобулины — белки антител, которые защищают малышей от инфекции: собственная иммунная система младенца еще не развита. Молоко человека в основном содержит иммуноглобулин IgA, который предохраняет младенцев от кишечных инфекций. Если бы молоко жвачных животных тоже содержало IgA, в рубце у телят не смогла бы развиваться микрофлора. В молоке коровы преобладает другой класс иммуноглобулинов, IgG, и для вскармливания детей оно не подходит.

И человек, и свинья, о которых шла речь, не хищники, но и не травоядные. Они относятся к группе всеядных животных. В принципе они могут прожить без животной пищи, но, не имея симбионтов, вынуждены думать о том, чтобы получить все незаменимые аминокислоты. Для взрослых людей незаменимы девять аминокислот: гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан, валин. Новорожденным и растущим детям необходима еще одна аминокислота — аргинин. Ежедневно молодые мужчины должны съедать по 54 г белков, в которых по крайней мере 12 г приходится на незаменимые аминокислоты. Для полноценного питания мало получить все незаменимые аминокислоты; это должно произойти одновременно, так как аминокислоты в организме не запасаются, а синтез белков идет непрерывно.

Белки разных видов растений значительно отличаются по аминокислотному составу. Например, зерна кукурузы богаты триптофаном, а лизина в них мало, зато лизином изобилуют бедные триптофаном бобы. Если

съесть кукурузу на завтрак, а бобы на обед, то за три часа, прошедшие от одной трапезы до другой, невосстребованный без лизина триптофан расщепится, поступивший лизин не сможет с ним соединиться и тоже пропадет напрасно. Однако смесь бобов и кукурузы содержит незаменимое человеку количество незаменимых аминокислот. Это традиционное блюдо индейцев Нового Света называется суккоташ. На Востоке своя комбинация растительных продуктов: рис и соя. Таким образом, еще ничего не зная об аминокислотах, человек интуитивно подбирал необходимые сочетания продуктов.

Со временем от интуитивной деятельности человек перешел к рассудочной. Появилась мода на всевозможные диеты и вегетарианство, причем в тех странах, где нет традиций преимущественно растительного питания и соответственно не разработано полноценное вегетарианское меню. К сожалению, диетологи, а в особенности их последователи не всегда заботятся о балансе аминокислот, а иногда о нем и не знают. У человеческого организма большой запас прочности, поэтому какое-то время можно продержаться на одних яблоках. Это действительно поможет прочистить кишечник и сбросить несколько килограммов, а затем тело начнет уже не худеть, а разрушаться. А переработать очень много яблок наш организм не в состоянии, если, конечно, человек не хочет уподобиться большой панде. Поэтому, соблюдая диету, необходимо тщательно следить за тем, чтобы усердие не превозмогло рассудок.

А детей лучше на диету не сажать вообще. Они растут, белка им надо много, а получить его проще всего из животной пищи. Вот вырастет ребенок, прочтет эту статью, пусть тогда сам и решает.





Кое-что о молоке и крепких нервах

Панацея для новорожденных

С биологической точки зрения человек — это млекопитающее. Как и детеныши многих животных, грудной ребенок должен питаться молоком матери: потому-то он и «грудной».

Замену материнскому молоку подобрать нелегко. Хотя в наше время появилось множество молочных смесей для младенцев, врачи не устают объяснять молодым мамам, что это — всего лишь заменители, которые никак не могут обладать всем набором нужных свойств. Полностью воспроизвести свойства продукта, к которому организм приспособился за миллионы лет эволюции, они по-прежнему не могут.

Поначалу считалось, что материнское молоко — это просто наиболее удобная и полноценная пища. Потом выяснилось, что это еще и фактор формирования иммунитета новорожденного: именно с молоком матери ребенок «всасывает» антитела, обучающие его иммунную систему бороться с вредными веществами, попадающими в организм извне, но не трогать полезные, «свои». Не случайно дети, которых переводят на искусственное питание слишком рано, чаще болеют не только инфекционными заболеваниями, но и аллергическими тоже.

Впрочем, полезные свойства материнского молока не исчерпываются и этим. В естественной пище новорож-

денных есть биологически активные вещества, которые успокаивают малышей, вызывают у них чувство удовольствия, а в дозах побольше — сонливость (см. «Химию и жизнь», 1998, № 6). Для животных это существенно: пока детеныши спят, у матери есть время позаботиться о собственном пропитании, не беспокоясь, что ее чада расползутся в разные стороны.

Исследования свойств молока продолжают уже несколько десятилетий, и всякий раз ученые находят в этом продукте что-нибудь новенькое. Так, совсем недавно выяснилось, что биологически активные вещества молока не просто оказывают влияние на центральную нервную систему, но и принимают участие в ее формировании. И хотя экспериментировали ученые с животными, складывается впечатление, что параметры нервной системы, а значит, и характер взрослого человека, могут зависеть от того, как он питался в младенчестве.

О кусочках белковых молекул

Что же это за биологически активные вещества и почему их так долго никто не замечал? А дело в том, что в молоке они присутствуют в скрытой форме — в составе одного из белков, β -казеина (он есть в молоке практически всех млекопитающих). Молекула этого пищево-

го белка довольно велика, она состоит примерно из 209 аминокислот (у разных видов животных длины полипептидных цепочек β -казеина могут немного различаться).

Когда такая молекула попадает в желудок, пищеварительные ферменты начинают рвать ее на кусочки, но не как попало. Связи между разными аминокислотами неодинаково поддаются действию пептидаз, и некоторые фрагменты белковых молекул могут сопротивляться перевариванию десятки минут. Этого оказывается достаточно, чтобы они проникли в кровь сквозь тончайшие стенки кишечника новорожденного и часть из них достигла мозга.

Особо стойким оказывается в таких условиях семичленный пептид: тирозин-пролин-фенилаланин-пролин-глицин-пролин-изолейцин, аминокислоты которого занимают в молекуле β -казеина многих млекопитающих положения 60-66 (аминокислоты в белках нумеруют с N-конца). Он даже получил собственное название — β -казоморфин-7. По своим свойствам этот фрагмент белковой молекулы напоминает морфиноподобные вещества и связывается в мозге с теми же рецепторами. Не исключено, что эволюционно опиоидные рецепторы возникли именно для того, чтобы связывать такие эндогенные опиоиды, как энкефалины, и такие пептидные регуляторы, как β -казоморфин-7. По своему действию

Профессор А.А.Каменский
со своими подопечными



Кандидат биологических наук
В.А.Дубынин,
доктор биологических наук
А.А.Каменский



РАССЛЕДОВАНИЕ

ком хлеба с подсолнечным маслом). Путь к еде они выучивали гораздо быстрее, чем животные контрольной группы. Правда, если доза пептида была достаточно высокой (20 мг/кг), начинало сказываться опиоидное действие казоморфина: животные становились вялыми и сонными — и тогда им было уже не до учебы.

А вот обучение при помощи «кнута» у экспериментальных животных шло неважно. Если крысы контрольной группы быстро усваивали, что по звонку они должны запрыгнуть на полку, чтобы избежать слабого, но неприятного удара током, то у животных, которым давали β -казоморфин, такой навык вырабатывался хуже даже при введении малых доз пептида.

Интересно, что, если крысы получали пептид не до опыта, а после него, их успехи в учебе были точно такими же, как у животных, которые вовсе не получали β -казоморфин. Отсюда мы сделали важный вывод: β -казоморфин влияет не на память животного, а скорее на мотивацию к обучению.

В природе чтобы выжить, крысе нужно, во-первых, успешно добывать себе пищу и, во-вторых, успешно защищаться от врагов. Баланс двух мотиваций — пищевой и оборонительной, как раз и определяет поведение животного. В зависимости от ситуации нужная мотивация должна становиться доминирующей: «Дают — бери, а бьют — беги», но никак не наоборот.

А вот β -казоморфин сдвигает баланс мотиваций в сторону пищевой, и тогда успех обучения зависит не от самой ситуации. Если мы предлагаем крысе прогуляться по лабиринту, она делает это охотно и успешно, если же учим ее избегать удара током, она оказывается к этому не готова и учится плохо. Специальные эксперименты показали, что дело тут вовсе не в повышенном аппетите подопытных: если ввести им β -казоморфин, а контрольным животным воду, а потом и тем, и другим дать возможность есть, что называется, от пуза, то едят они совершенно одинаково. Стало быть, сама по себе пищевая мотивация тут ни при чем и наш пептид влияет вовсе не на нее — скорее уж он снижает оборонительную мотивацию.

И здесь надо отметить, что снижение уровня оборонительной мотивации и тревожности под действием пептидов молока имеет, по-видимому, определенный биологический смысл. Благодаря этому, пока малыш находится рядом с мамой, то есть в относительной безопасности, он успешно учится добывать пищу. Когда же навык освоен уже достаточно хорошо, детеныш начинает более самостоятельную жизнь. Теперь ему приходится обходиться без молока, а потому уровень тревожности повышается и различные оборонительные реакции формируются легче.

Крепкие нервы — это на всю жизнь

В процессе работы мы обнаружили и более удивительные вещи. Оказалось, что β -казоморфин — не просто экzogормон, действующий на организм здесь и сейчас, но и нейромодулятор, под влиянием которого нервная система новорожденного приобретает определенные свойства, сохраняющиеся всю жизнь. Это удалось установить, после того как мы попробовали постоянно, на протяжении двух недель, вводить пептид новорожденным крыскам.

Оказалось, что и в трех-, и в пяти-, и в семинедельном возрасте эта группа животных заметно отличалась от контрольной: на протяжении всего времени наблюдений они оставались более любознательными и доверчивыми (что для жизни в природных условиях, надо сказать, не всегда хорошо). Когда крыс выпускают на арену (освещенное пространство, ограниченное невысокими бортиками), они обычно стараются держаться поближе к ограждению, причем заглянуть за него не спешат. А наши подопытные и на задние лапки вставляли частенько, и на открытое пространство выбегали, в общем, как говорят физиологи, проявляли повышенную вертикальную и горизонтальную двигательную активность.

Если такую крысу сажали в «домик», то она оставалась в нем совсем не так долго, как животное контрольной группы. То есть у крыс, получавших сразу после рождения повышенную дозу β -ка-

казоморфины напоминают экzogормоны: они регулируют деятельность многих систем организма, попадая в него хотя и извне, но все-таки естественным путем.

Экzogормон и успехи в учебе

О кратковременном влиянии больших доз β -казоморфина-7 как на мозг новорожденных, так и на мозг взрослых животных и людей мы уже писали в «Химии и жизни» (1998, № 6), где не рекомендовали язвенникам есть слишком много молочных продуктов, чтобы не спровоцировать депрессию. В этой ситуации пептид молока ведет себя как типичный опиоид.

Но наши исследования продолжались. Мы решили выяснить, как влияет пептид на обучение млекопитающих, и вскоре поняли, что у него есть и иные свойства, которыми никакие другие из известных морфиноподобных веществ не обладают.

Учить можно, как известно, с помощью кнута и пряника, то есть, говоря языком науки, с положительным пищевым или с отрицательным болевым подкреплением. Так вот: крысы, которым перед началом эксперимента вводили β -казоморфин в небольших дозах (из расчета 1–5 миллиграммов на килограмм веса), очень быстро осваивались в экспериментальном лабиринте, где можно было полакомиться чем-нибудь вкусным (скажем, кусоч-



РАССЛЕДОВАНИЕ

зоморфина, уровень тревожности оказывался пониженным даже в трехмесячном возрасте. А ведь трехмесячная крыса — это уже взрослое, половозрелое животное!

Пол и поведение

Еще в первой серии экспериментов мы обратили внимание на то, что самцы и самки экспериментальной группы ведут себя и в тесте «открытое поле», и в тестах на тревожность немного по-разному. Специальные исследования этот вывод подтвердили.

Если начинать вводить крысам β -казоморфин сразу же после рождения, долгосрочные эффекты, о которых шла речь выше, будут выражены у самцов более отчетливо, чем у самок. Если же начинать делать это только через две недели или еще позже, ситуация становится обратной. β -казоморфин, вводимый самцам начиная с четвертой недели после рождения, уже и вовсе не будет оказывать влияния на их поведение в зрелом возрасте, в то время как его влияние на самок станет еще значительнее. В чем же дело?

Скорее всего, важную роль играет здесь то, что к моменту рождения у грызунов (но не у человека) опиоидная система мозга сформирована еще не до конца и эндогенных опиоидов организм синтезирует пока недостаточно. Созревание опиоидной системы, начавшееся в эмбриональный период, заканчивается у крыс уже после рождения — к месячному возрасту. И пока процесс не завершился, экзогормоны, подобные β -казоморфину-7, вполне могут повлиять на окончательный результат, что, очевидно, и происходит в природных условиях под действием пептидов молока.

Такое явление можно определить как «гормональный импринтинг». Цыпле-

нок или утенок все свое детство считает мамой тот движущийся предмет, который он увидел в момент рождения: его образ навсегда остается в мозгу птенца. Это — импринтинг. Экзогормон, подействовавший на незрелую опиоидную систему мозга, задает уровень тревожности, который будет характерен для животного на протяжении всей жизни. Это — гормональный импринтинг.

Но у самцов крыс на процесс созревания опиоидной системы накладывается другой: на второй неделе жизни у них усиливается синтез андрогенов — мужских половых гормонов. Андрогены же, в свою очередь, оказывают на опиоидную систему мозга супрессирующее действие, то есть частично подавляют ее, делая самцов и более агрессивными, и более активными в освоении новых мест обитания; все это облегчает им борьбу за место под солнцем. А в условиях конкуренции со столь активными истинными гормонами экзогормон оказывается уже бессильным как-то повлиять на формирование структур мозга.

Практические выводы

Так что же получается? Не означают ли результаты наших исследований, что новорожденных девочек надо обязательно кормить грудью, а мальчики могут обойтись и искусственной смесью? Ведь создается впечатление, что казоморфины молока, полученные организмом в младенческом возрасте, влияют на самок заметно сильнее, чем на самцов.

Ну, во-первых, не следует забывать, что опиоидная система грызунов все-таки отличается от таковой у человека. У нас она к моменту рождения уже полностью сформирована. К тому же при раннем введении экзогормона

Крыса Мотя — хорошая мама

крысам его влияние на самцов оказывается даже более выраженным, чем на самок, так что выводы о том, кому материнское молоко необходимо, а кому нет, мы считаем преждевременными.

Однако открытие того, что уровень тревожности, характерный для взрослого животного, напрямую зависит от его питания сразу после рождения, заставляет все-таки задуматься о том, чем лучше кормить ребенка, если у мамы не хватает молока.

Получается, что мы знаем о свойствах материнского молока далеко не все. А раз не знаем, то лучше не рисковать. Да, многие растительные белки (например, соевые) по своей усвояемости, энергетической ценности и аминокислотному составу ничуть не уступают белкам молока, а иногда даже превосходят их. Но, заменяя ими белки молока в смесях для детского питания, не слишком ли грубо мы вмешиваемся в формирование гормональной и нервной системы новорожденного? Ведь регуляторных пептидов-экзогормонов в растительных белках все-таки нет.

Вопрос требует, конечно, тщательного изучения, и наши опасения пока еще мало чем подкреплены. Однако некоторые косвенные данные указывают на то, что дети, которых кормят искусственными смесями на основе растительных белков почти с самого рождения, могут вырастать, как говорят специалисты, «с дефицитом внимания»: они более тревожны и агрессивны, менее контактны, чем их сверстники, могут хуже учиться. И относится это как к девочкам, так и к мальчикам, что, вообще говоря, неудивительно. Ведь если в молоке действительно есть регуляторные пептиды — а сомневаться в этом теперь уже не приходится, — они зачем-то нужны всем без исключения новорожденным. А вот кому меньше, кому больше и зачем именно — это мы и собираемся выяснить в процессе дальнейших исследований.





А.В.Кулик,

профессор Курского государственного педагогического университета

Вселенский арборетум

Лес, не видимый за деревьями

Деревья растут не только для того, чтобы по ним скакали белки. Всевозможными древовидными структурами заполнен весь окружающий нас мир. Наиболее точно деревья описали математики, сначала в теории графов, а потом и во фрактальной геометрии. Впрочем, естествознание тоже не испытывает недостатка в ярких фактах,

которые имели бы отношение к данному предмету. Достаточно вспомнить, к примеру, открытые нобелевским лауреатом академиком АН СССР Н.Н.Семеновым цепные химические реакции. Они подобны, по его же словам, раскидистому дереву, которое внезапно возникает и начинает невероятно быстро ветвиться вглубь и вширь от ничтожно малой причины, достигая грандиозного по своей мощи выражения.

Arboretum, лат. — парк, где собраны и произрастают различные виды деревьев и кустарников; дендрарий.

Словарь иноязычных выражений и слов



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Однако подобные сведения, разбросанные и рассредоточенные в порой очень удаленных друг от друга областях знания, никогда не складывались в общую картину. Попробуем ее нарисовать.

Корни и кроны

Собственно деревьям в их первичном, ботаническом, значении, конечно же отведено много места в биологической и сельскохозяйственной литературе. Однако не на суше выросло первое дерево. Живые существа с ветвистой структурой возникли в океане задолго до того, как появились высшие растения. Наиболее наглядный пример из современности — колонии кораллов.

На определенном этапе эволюции деревья проникли внутрь животного организма и полностью овладели им. Все основополагающие системы органов многоклеточных — кровеносная, лимфатическая, дыхательная, выделительная, нервная — древовидны. Головной мозг, центральный орган нервной системы, которая сама по себе есть дерево, составлен из множества деревьев-нейронов. Только потому в груди человека бьется сердце, что оно проникнуто и охвачено ветвями коронарной артерии.

Поэтому не будет преувеличением сказать, что живой организм — система переплетенных деревьев, которые плотно упакованы в ту или иную форму, соответствующую внешнему виду этого организма. И стало быть, дерево не только сидит в земле, но еще ходит по ней, летает, плавает, ползает и, наконец, думает и понимает.

Лес мироздания

Пойдем дальше, в глубь леса. Эмбрион человека связан с материнским организмом так называемым «детским местом» — плацентой. Ее тоже можно представить как тесно переплетенные ветвями и корнями дерева: одно идет от матери, другое от плода.

Поразительно, но так же устроена и вся биосфера. Корни наземных расте-

ний извлекают из почвы питательные вещества — биогенные химические элементы — и накапливают их в приповерхностном слое. Вся совокупность деревьев, то есть растительный покров, есть не что иное, как грандиозный аналог плаценты. Снизу он охватывает всасывающей разветвленной сетью корней поверхностный слой литосферы, сверху — нижний слой атмосферы, и получается планетарное «детское место», от которого питаются все биогенноценные, как континентальные, так и в конечном счете океанические.

Кстати, о Мировом океане. Он ведь тоже дерево! Посмотрим внимательно на глобус. Большая часть его поверхности окрашена синим цветом. Но синий не заканчивается у материковой линии. Своими многоветвистыми, изгибающимися и истончающимися к периферии корнями, то есть реками, океан, как огромный организм, далеко, на тысячи километров, проникает в глубь континентов, поднимается на самые высокие и крутые горные вершины, где в ледниках покоятся большие запасы кристаллической воды. Вместе с водой корни океана непрерывно выкачивают из континентов необходимые для жизни химические элементы: азот, фосфор, калий, кальций, магний, железо и прочие, которые континентальные организмы извлекают из горной породы и запасают в верхнем слое коры выветривания. В океане эти вещества идут на построение водных организмов: сначала продуцентов — тех, кто производит органические соединения, фитопланктон, а затем и консументов различного порядка, то есть тех, кто потребляет чужую органику: зоопланктон, рыбы, морские млекопитающие, прибрежные колониальные птицы, человек.

Древесный порядок

Приведенных фактов вполне достаточно, чтобы сделать обобщение. Биотическое дерево, какова бы ни была его природа, всюду возникает на фоне потока материи-информации-энергии и упорядочивает его. Можно только гадать, как пришли к согласованному «пониманию» этой истины микроорганизмы, которые стали объединяться в древесные системы на популяционном уровне. Из лабораторной практики известно, что, когда пищи много, колонии бактерий, например сенной палочки, имеют округлую форму. Но если их перенести в бедную среду, они начинают вдруг интенсивно ветвиться от цент-

ра к периферии. Очевидно, ветвление помогает им лучше всего освоить жизненное пространство.

Не эта ли причина ветвления и вовсе неодоушевленных органических молекул, например углеводов, при полимеризации? Увеличение числа активных точек несомненно обеспечивает более эффективное улавливание мономеров из окружающей «питательной» среды. В неорганическом мире широко распространены кристаллические дендриты — самородные медь, серебро, золото, пирролит, различные сульфиды и т.д.

Лес процессов — дивергенция и бифуркация

Деревья бывают не только видимые, но и невидимые. Первые существуют временно, вторые — вечно. Именно они образуют самые многочисленные «популяции» и самые разнообразные, всюду процветающие в мире «дендроценозы». Формирование научных представлений о природе таких деревьев имеет свою историю.

Сначала Ч.Дарвин (1859) ввел понятие «дивергенция». Оно обозначает расхождение в ходе биологической эволюции различных линий, происходящих от общего корня. Затем эту идею развили в концепции «адаптивной радиации» В.О.Ковалевский (1875) и Г.Осборн (1915): приспособление организмов к различным условиям существования приводит к последовательному разделению основополагающего ствола на обособленные ветви разного порядка. Ветвление древа эволюции начинается на уровне внутривидовой изменчивости и потом распространяется так далеко, что захватывает все вышестоящие таксоны. В итоге траектория эволюции, начиная с зарождения жизни на Земле, принимает вид мощного филогенетического дерева, в основании которого находятся древние предковые формы, а на верхушках многочисленных ветвей — самые молодые потомки.

И вот совсем недавно свое веское слово сказали в этой области представители точных наук. Выдающийся французский математик А.Пуанкаре, наверное, не предполагал, что введенный им в теорию нелинейных дифференциальных уравнений термин «бифуркация» (буквально — раздвоение, разветвление) станет одним из самых известных и значимых в естествознании второй половины XX века.

По мере развития физической химии, термодинамики открытых нерав-



новесных систем и теории информации выяснилось поразительное соответствие абстрактного бифуркационного сценария тем событиям и процессам, которые сплошь и рядом идут в нашем мире, причем на всех уровнях его организации, включая социальный. В соответствии с этим сценарием всякая обладающая значительным запасом свободной энергии структура по мере удаления от термодинамического равновесия становится все более неустойчивой и тем



самым приближает себя к точке бифуркации, где ее путь разветвится.

В этом удивительном, загадочно-непредсказуемом состоянии даже самое слабое и случайное возмущение способно вдруг превратиться в доминанту, то есть охватить всю систему и подчинить ее себе, в корне изменив ее дальнейшую судьбу. Система бифуркирует, то есть резко, скачкообразно переходит в иное качество. С выбором же нового направления движения она успокаивается,

освобождается от власти случайности и вновь приобретает устойчивость, нормально обитая какое-то время (до очередной бифуркации) в рамках причинно-следственных отношений, соответствующих ее природе.

Прохождение системы через точки бифуркации необратимо: назад, в прошлое состояние, она уже никогда не вернется. Несостоятельные пути либо погибают и бесследно исчезают, либо вливаются в жизнеспособные потоки. А это есть не что иное, как хорошо знакомый нам из биологии естественный отбор.

Именно так, по мнению синергетиков, самоорганизуется материальный мир.

Ветвящаяся Вселенная

Поскольку пути эволюции реальных систем многократно ветвятся, диаграмма их траекторий в общем-то оказывается похожа на упомянутое филогенетическое древо. Более того, последнее теперь уже можно представить как одну-единственную ветвь, пусть даже могучую, цветущую и плодоносящую, на куда более грандиозном Древе вселенской эволюции. Своими бесконечно растущими побегами, уходящими в пространство и время, оно охватывает все сущее, проникая в самые отдаленные уголки мироздания. Всякому, сколь угодно малому и великому событию нашлось свое неповторимое место в этой не поддающейся измерению вселенской кроне.

Получается, что дендроморфогенез — основополагающий принцип строения мироздания. Он не только отражает всеобщую тенденцию к необратимой эволюции, которая идет от общего корня, но и показывает, как порядок соотносится с хаосом и рождается из него. Дерево — самоподобная, геометрически регулярная, инвариантная к масштабу система. Каждая его ветвь, как бы она ни была мала и тонка, в принципе повторяет очертания всей конструкции или какой-либо ее части, а это значит, что природные процессы всюду и безотносительно к их масштабу протека-

ют по единой схеме фрактальной организованности.

За пределами Вселенной

Дендроморфогенез, возможно, есть и за пределами нашего четырехмерного пространства-времени. У физиков-теоретиков, которые сосредоточили свое внимание на изучении квантового вакуума, например Х.Эверетта или А.Д.Линде, есть идеи о том, что существует много, быть может, бесконечно много вселенных с разной физикой, которые в совокупности составляют ветвящуюся систему. В целом такая Вселенная действительно, как и полагал А.Эйнштейн, стационарна: у нее нет начала и нет конца во времени, она вечно юна и воспроизводит себя из «вакуумной пены». Ее основание всегда пребывает в состоянии сверхплотного одиннадцатимерного «кипящего» вакуума. Изредка отпочковывающиеся от него пузырьки эволюционируют по известному сценарию Большого Взрыва.

И еще. Пытаясь объяснить природу так называемого антропного принципа в космологии, современные (в том числе весьма авторитетные в науке) астрофизики всерьез заявляют о том, что в мире есть субъект, который подстраивает параметры Вселенной. Если следовать логике дендроморфогенеза, это не Сверхинтеллект, а Высший Садовник. Время от времени он контролирует рост и развитие Вселенского древа, укорачивая одни его побеги и давая простор другим. Возможно, что он и запускает рождение вселенных из симметричного начального состояния. Но тогда дендроморфогенез есть еще и категория трансцендентного порядка. Недаром же сказано в Новом Завете: «Я есмь лоза, а вы ветви» (Ин: 15–5).





Тяжи плазмодия (желтая масса) на поверхности гниющей ветки (ее диаметр ~ 2,5 см)



*Плазмодий *Fuligo septica* выполз на свет (он достигает 20 см)*

Хамелеоны нашего леса

А. Евсюнин



Всем известно умение хамелеона менять свой цвет. Такая особенность позволяет ему выжить. Но в природе есть много и других существ, которые по способности перевоплощаться далеко превзошли хамелеона. Если первый меняет только свой цвет, то другие могут изменять и форму тела, и строение. Чтобы их найти, не надо отправляться в дальние страны, джунгли или еще куда. Эти «хамелеоны» живут рядом с нами: в хороший день сходите в лес и внимательно осмотрите пни, коряги и сухие ветки. На них можно увидеть красивые, похожие на цветные бусины или маленькие авангардные скульптуры образования, подобные плодовым телам грибов. Но если вы попытаетесь найти у этих «грибов» нити мицелия, пронизывающие субстрат, вам это не удастся. Да и сами «бусины» могут появиться на поверхности, сквозь которую невозможно прорасти, к примеру на стекле или металле. Все эти бокальчики и шарики приклеены к субстрату. У них нет грибницы, и называются эти организмы слизевиками.

Слизевики, или миксомицеты, — особая группа организмов. Одно время их причисляли к грибам из-за внешнего сходства плодовых тел. Потом выяснилось, что они сочетают в себе признаки разных царств живого. Их названия говорят сами за себя. Одни исследователи считают, что слизевики ближе к животным, и называют их *Mycetozoa* (грибоживотные), другие сближают их с грибами и употребляют термин *Mухомycota* — слизистые грибы.

Рассмотрим подробнее жизненный цикл слизевика. Начинается он как у гриба: с неподвижной споры. Попадая в воду, она

прорастает, из нее выходят зооспоры с двумя жгутиками для плавания. Зооспоры слизевика похожи на простейших жгутиконосцев; такие клетки есть у некоторых грибов и водорослей. Они размножаются делением. Для жизни им нужна водная среда, а когда ее нет, в засуху зооспоры превращаются в миксамеб. При этом они теряют жгутики и меняют форму тела. Школьная программа относит амев и жгутиковых к разным классам простейших, а тут такой казус: одно и то же существо может быть и тем и другим, в зависимости от условий среды.

Но главное предназначение миксамеб — половой процесс. Гаплоидные миксамебы сливаются попарно, затем объединяются их ядра. Образуется клетка с диплоидным набором хромосом. А вот дальше происходит то, что нечасто встречается в живой природе. Ядро продолжает делиться, но цитоплазма остается единой, зато начинает безудержно расти. У некоторых видов до размеров футбольного мяча вымахивает. В результате получается гигантская клетка с множеством ядер, которая называется плазмодием.

Выглядит плазмодий как слизистая масса лимонно-желтого, кораллово-красного, молочно-белого, желтоватого или зеленоватого цвета. Благодаря плазмодию слизевика и получили одно из своих научных имен — *Мухомycota*, или слизистые грибы. Окраска плазмодия постоянна, но ее насыщенность может меняться в зависимости от ус-



*Созревшие спорангии *Stemonitis fusca* (длина — 6–7 мм)*

*Незрелые спорангии *Trichia botrytis* (диаметр — около 2 мм)*



ловий жизни (как у хамелеона!). Но не только величиной удивителен плазмодий. О нем можно сказать, как о животном, что у него есть поведение. Живет он в глубине пня или сырой опавшей листве, поедает бактерии, гифы грибов и всякую прочую мелочь, справляется даже с мелкими червями: нематодами и колорадками, которых ловит с помощью псевдоподий. Старательно прячется от света и сухости, что позволяет ему избежать неблагоприятных условий среды.

Есть у плазмодия и определенные реакции на внешние раздражители: он

Tubifera ferruginosa — спороношение



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

лусопerson с крупными плодовыми телами, которые местные жители употребляют в пищу.

После того как плазмодий выходит на поверхность, происходит самое интересное — бесформенная масса протоплазмы буквально за несколько часов превращается в плодовое тело, которое по красоте может поспорить с изделиями художников или мастеров ювелирии. Для того чтобы этот процесс протекал нормально, необходим свет. Иногда плодовое тело похоже на вазу или хрупкий цветок, иногда это шарики на тонких нитях. У *Stemonitis* группы плодовых тел выглядят, как пучки соцветий рогоза, *Trichia* похожа на коралловые бусины, а *Arcyria* напоминает карминово-красные баклажаны. Но все это великолепие редко бывает крупнее нескольких миллиметров, поэтому любоваться им лучше под биноклем.

В плодовых телах формируются споры, на которые тратится практически вся масса плазмодия. При образовании спор происходит редукционное деление, так что споры оказываются гаплоидными. Среди них находятся капиллиций, особые нити, которые при изменении влажности воздуха раскручиваются или закручиваются и рассеивают споры. Эти споры очень устойчивы и могут прорасти, пролежав несколько десятков лет в каком-нибудь гербарии.

Кстати, о гербарии слизевиков. Собрать его просто. Надо срезать часть субстрата вместе с плодовым телом и наклеить на дно спичечной коробки, написав этикетку с местом и датой сбора. Дома можно попытаться прорастить споры и самому увидеть чудесное превращение массы слизи в маленькое великолепие. Только для того, чтобы увидеть его во всей красе, иногда нужен микроскоп.



Плазмодий *Tubifera ferruginosa* (размер около 1,5 см)



***Perichaena* — плодовые тела (размер — около 1 см)**



ползет против тока воды (положительный реотаксис), избегает света (отрицательный фототаксис). Сила таксисов неодинакова, и, пользуясь этим, его можно выманить на свет из гнилого пня. Для этого надо под кору или в дупло опустить кусочек стекла с пористой фильтровальной бумагой, а по бумаге пустить воду. За счет положительного реотаксиса плазмодий выползет против тока воды на свет.

Когда от сухости спрятаться негде, плазмодий высыхает и превращается в твердую темную массу — склероций, которую можно крошить на мелкие кусочки. После дождя каждый такой кусочек оживает и дает начало маленькому плазмодию. Разные плазмодии одного вида могут сливаться друг с другом. Получается химерная клетка, ядра которой генетически различны и содержат разное количество ДНК! В таком случае и потомство получается разнокачественным.

Плазмодий похож на животных еще и тем, что в нем есть гликоген, как у животных и грибов, и есть сократительные вакуоли, как у простейших. У некоторых видов плазмодий содержит довольно много извести, которая входит затем в состав плодовых тел.

Но вот плазмодий вырос, накопил питательные вещества, и настает время

образования плодовых тел. Тогда он перестает прятаться от света и выползает наружу. Происходит это обычно в сухие, солнечные, не очень жаркие дни. Пигменты, которые содержатся в нем, выполняют роль фоторецепторов. У разных видов слизевиков свой излюбленный субстрат: одни предпочитают древесину, другие — опавшие листья, а некоторые забираются на живые растения.

В этот момент миксомицеты чаще всего попадают людям на глаза и могут стать причиной нелепых слухов. Когда в 1973 году в Далласе и Техасе пышные ярко-желтые плазмодии слизевика *Fuligo septica* вылезли на поверхность, среди местного населения началась паника. Люди подумали, что это пришельцы из иных миров или мутантная бактерия, которая покрывает своей массой всю Землю. А в Мексике обитает слизевик *Enteridium*



Предлагаем
вашему вниманию
несколько задач
по биологии
первой олимпиады.
Они взяты
из разных туров,
поэтому сложность
их различна

Задачи Соросовских олимпиад по биологии



ШКОЛЬНЫЙ

КЛУБ

Художник Е. Станикова



Задача 1

Рассмотрим следующие растения: береза, ель, капуста, кукушкин лен, ландыш, репей.

а) Расположите их в порядке возрастания удельного (на 1 г массы) количества воды, поглощаемой за день в условиях средней полосы России при ясном небе и влажной почве.

б) Ответ обоснуйте.

Задача 2

Исследователь измеряет концентрации различных веществ в амебе.

а) Концентрация какого вещества будет наибольшей?

б) По каким причинам могут отличаться концентрации веществ внутри амебы и в среде, где она обитает?

Задача 3

Рассмотрим зависимость содержания крахмала в растении от времени для березы, дуба, картофеля, ландыша.

а) Для каждого растения укажите сезон, когда содержание крахмала в нем минимально.

б) Для каждого растения схематично нарисуйте изменение содержания в течение года. Объясните, почему графики идут именно так.

Задача 4

Пусть M_1 — масса животного, M_2 — масса съеданной им за год пищи.

а) Расположите в порядке увеличения отношения M_2/M_1 следующих животных: бегемот, желтогорлая мышь, колибри, суслик, тигровая акула, хорек.

б) Ответ обоснуйте.

Задача 5

Рассмотрим следующие биоценозы: болото (в хвойном лесу), озеро (в широколиственном лесу), пустыня, тропический лес.

а) Расположите их:

1) в порядке увеличения выделения кислорода в атмосферу;

2) в порядке увеличения суммарного прироста массы органических веществ

(обе величины определяются на 1 км² за год).

б) Ответы обоснуйте.

Задача 6

В каких органах и тканях человеческого организма количество капилляров (на 1 мм² сечения) больше, а в каких меньше? Почему? В каких тканях и образованиях кровеносных сосудов вовсе нет?

Решения

Задача 1

На поглощение воды растением влияют следующие факторы:

- 1) высота растения;
- 2) доля растения, находящаяся над поверхностью почвы;
- 3) доля, которая приходится на клетки и ткани, не участвующие в обмене веществ (в первую очередь на древесину);



4) соотношение поверхность/объем в растении;

5) стадия вегетации, в которой находится растение;

6) локальный микроклимат в местообитании (на свету — не на свету);

7) наличие тканей, запасующих воду;

8) наличие приспособлений, снижающих испарение с поверхности (например, выраженность кутикулы);

9) плотность устьиц, их расположение и состояние (открыты — закрыты);

10) интенсивность обмена веществ.

Исходя из этих соображений, мы предлагаем выстроить предложенные растения в такой ряд:

капуста — ландыш — репей — береза — кукушкин лен — ель.

В аутсайдерах оказались и мелкое растение — кукушкин лен (обитатель влажных биотопов со слабо развитой проводящей системой), и крупные — береза и ель (малая относительная поверхность, большая доля древесины, защитные покровы — особенно у ели). Лидерство капусты обусловлено ее интенсивным ростом и слабым развитием приспособлений, ограничивающих испарение. Конкуренцию с ней ландышу затрудняет развитая подземная часть и влажные условия обитания, а репейнику — сильно развитые защитные покровы. В ряде случаев нельзя однозначно дать количественные оценки, которыегодились бы для всех вариантов (разные времена года, разный возраст растений и т.п.).

Задача 2

а) Воды.

б) К этим причинам относятся:

- ♦ наличие мембраны, обладающей избирательной проницаемостью;
- ♦ наличие осморегуляции с помощью сократительной вакуоли (важ-

но, что она изменяет химический состав клетки, а не просто поддерживает ее объем);

♦ изменение концентрации веществ в результате интенсивного пищеварения;

♦ особенности химического состава цисты и клеток в момент размножения.

Задача 3

График для березы колеблется сравнительно мало — основная масса дерева приходится на воду и целлюлозу. Слабо выраженный минимум имеет место ранней весной, когда запасы питательных веществ израсходованы: сначала зима, а потом — цветение и распускание почек. Затем содержание крахмала растет, достигая максимума летом, а затем начинает падать — с момента пожелтения листьев.

У дуба график идет сходно, однако минимум и максимум приходятся на более поздние месяцы. Дуб цветет позже, поэтому минимум наблюдается в конце весны, а максимум в самом конце лета — начале осени.

Динамика содержания крахмала у ландыша в общем такая же, как и у березы. Минимум приходится на апрель, когда от корневища отходят молодые побеги (а перед этим были еще и зима, и цветение). Максимум — летом. Однако амплитуда колебаний намного больше, чем для березы.

Самые резкие колебания из рассматриваемых растений характерны для картофеля. Минимум концентрации крахмала приходится на границу весны и лета, когда запасы клубня израсходованы на прорастание, а интенсивный фотосинтез еще не начался. А максимум — на сентябрь, когда наземная часть увяла, а накопившиеся в клубнях запасы лишь в малой степени израсходованы на поддержание жизнедеятельности.

Ошибочно мнение, что минимум содержания крахмала приходится на осень (опадание плодов) или растянут на всю зиму (пока не идет фотосинтез).

Задача 4

а) M_2/M_1 возрастает в ряду: бегемот, тигровая акула, хорек, суслик, желтогорлая мышь, колибри.

б) При выстраивании такого ряда нужно учитывать, что:

♦ больше всего энергии идет на преодоление силы тяжести (вычлняются, с одной стороны, водные и полуводные животные: бегемот и акула; а с другой стороны — колибри);

♦ акула не имеет плавательного пузыря и постоянно тратит энергию на поддержание плавучести (гораздо больше, чем бегемот с легкими и подкожным жиром);

♦ к тому же у бегемота не очень велики траты энергии на поддержание постоянной температуры тела (тропики).

После этого сравните соотношение M_2/M_1 у желтогорлой мыши, суслика и хорька. Основные энергозатраты у них связаны с поддержанием постоянной температуры тела. Поэтому величина M_2/M_1 определяется тем, насколько у животного велика относительная поверхность тела (приходящаяся на единицу массы). Это позволяет расставить животных в ряд следующим образом:

желтогорлая мышь — суслик — хорек.

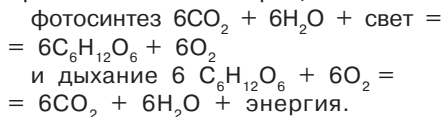
Хорек плотояден (пища высококалорийная), поэтому еды ему надо меньше. Правда, хорек активен круглый год, а суслик — нет. Но этот дополнительный фактор компенсируется: у хорька затраты на терморегуляцию снижает мех.

Задача 5

В принципе можно проанализировать отдельные группы организмов, входящих в биоценоз, и попытаться получить суммарные характеристики. Однако куда эффективнее

будет использование каких-либо общих характеристик.

В любом биоценозе идут два противоположных процесса:



Из этих общеизвестных уравнений можно сделать важный для решения нашей задачи вывод. Если в целом за год в атмосферу выделено какое-то количество кислорода, то в биоценозе должно накопиться эквивалентное количество органических веществ в той или иной форме. Теперь можно не разбираться, кто и сколько кислорода выделяет, а просто понять, в каком из перечисленных биоцено-

зов за год накапливается больше органики.

Наиболее логичный ответ: пустыня, тропический лес, озеро, болото.

Если выбрать экзотические варианты этих биотопов, то можно получить другой порядок. Например: дождевой экваториальный лес, закрепленная пустыня, мезотрофное озеро, верховое болото.

Задача 6

Одна из основных функций крови — снабжение тканей кислородом и питательными веществами. Поэтому плотность капилляров больше в тех тканях, где наиболее активно протекают процессы обмена веществ. Примеры придумать несложно: плот-

ность капилляров велика в сердце, почках, мозге, скелетных мышцах. И наоборот: плотность капилляров невелика там, где интенсивность метаболизма низкая; прежде всего в разных видах соединительной ткани — костной, жировой и др.

Из вышесказанного понятно, что лишены кровеносных сосудов либо структуры, образованные из отмерших клеток (например, ногти), либо ткани с крайне низким обменом веществ (связки, сухожилия), которым для доставки кислорода и питательных веществ достаточно диффузии из соседних тканей. Нет кровеносных сосудов и в покровном эпителии, но он очень тонкий и получает необходимые вещества из нижележащих тканей.

Глаз как спектроскоп

*Ножи и ножницы тупые
Лежат и ждут своей весны,
Когда ладони вековые
Вернут им прелесть новизны.*

Сергей Балакин

Что такое спектральный анализ, знают все. Чувствительный, оперативный, почти не разрушающий и так далее. А еще он хорош тем, что главный его принцип можно продемонстрировать без дорогих приборов и вообще без приборов. Достаточно ввести в пламя чуть ли не любой предмет, и оно окрасится — грязь или пыль с содержанием солей. На есть везде. Конечно, еще лучше использовать порошки солей разных щелочных металлов. Красивое зрелище обеспечено. Но эти незамысловатые демонстрации имеют не только учебное значение.

Если спектроскопа нет, то его можно частично заменить глазом. Например, в середине прошлого века марки сталей различали по форме и цвету искр при прикосновении деталей к точильному кругу. На рисунке показаны изображения искр, взятые из двух разных инструкций.

Кое-что видно сразу — цвет связан с составом. Сталь без

присадок дает светло-желтые искры, с присадкой Cr — желтые, с W — темно-малиновые, бордовые.

Но почему Cr + Si иногда дает светло-красные разветвления (сталь 9XC), а иногда не дает (сталь 4XC)? И почему Cr + Mn дает мелкие светло-красные звездочки? Вот прелестная тема для небольшого исследования.

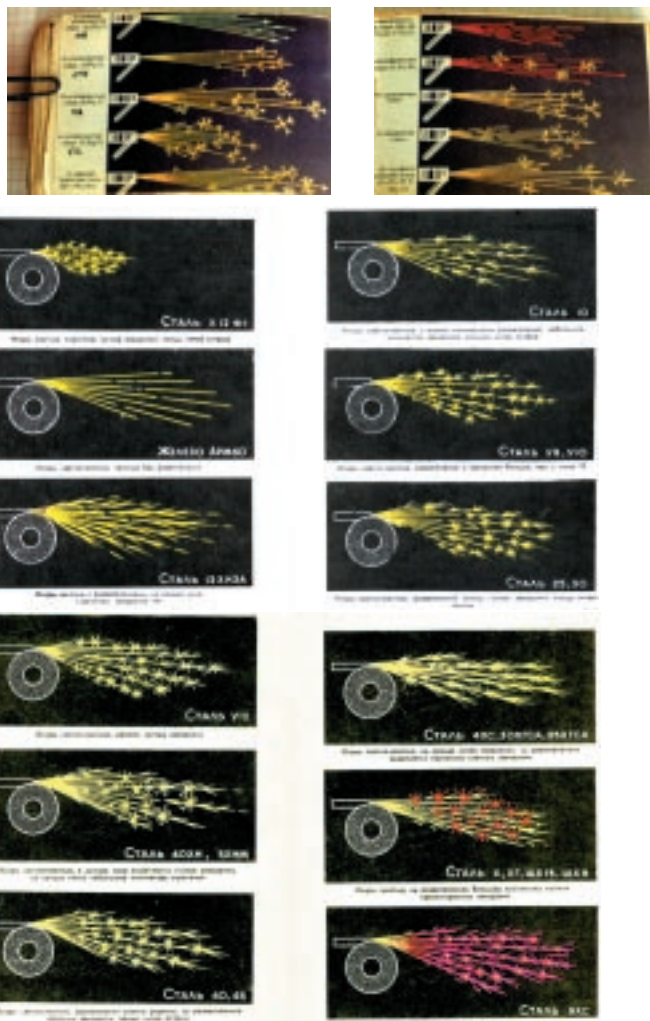
Загадочен не только цвет, но и форма. Чистое железо (Армко) вообще не дает искр. Чем больше углерода, тем больше искр. Но при большом содержании вольфрама искры исчезают и заменяются капельками...

Похоже, что это тема для не такого уж и небольшого исследования, и вот почему. Процесс искрообразования — многостадийный, в нем смешано много физических процессов. При соприкосновении с точильным кругом сталь нагревается и разрушается. Нагрев зависит от трения, а трение — от прочности, но не только от нее. Отколотые кусочки летят и светятся из-за нагрева. Од-

нако нагреваются они и из-за трения, но и в результате горения на воздухе. Скорость горения, в свою очередь, зависит от состава и дисперсности. Бабка за дедку, внучка за Жучку, мелкодисперсная мышка и взаимодействие кошки с Жучкой. Кто

возьмется теоретически и экспериментально исследовать этот загадочный процесс? «Химия и жизнь» ждет ваших писем.

Л.Намер



Фуллереновая фантазия



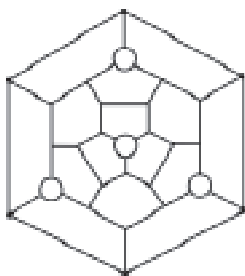
ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

Журналы в провинцию идут долго. Первый номер «Химии и жизни» за нынешнее тысячелетие получил в конце марта. Интересной оказалась скромная статья, которую цитирую без купюр: «...расчеты показывают, что фуллерены C_{28} будут сверхпроводниками даже при температуре 47°C (Physical Review B, 2000, т. 62, с. 130)...»

Я впечатлительный! После прочтения этой статьи на Солнце несколько дней бушевала небывалая по силе вспышка. Впрочем, не исключено, что это случайное совпадение. Так иногда бывает.

Итак: «расчеты показывают...» Хорошо, когда есть счета. Один из наших коллег по аналогичному поводу выразился так: «Сказать — оно все можно! А ты поди — демонстрируй». Короче, считать все могут, а надо сварить и проверить.

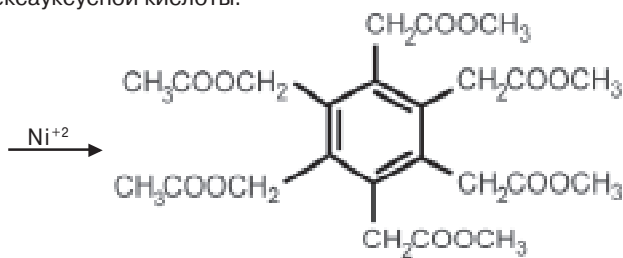
Граф самого стабильного изомера фуллерена C_{28} выглядит так:



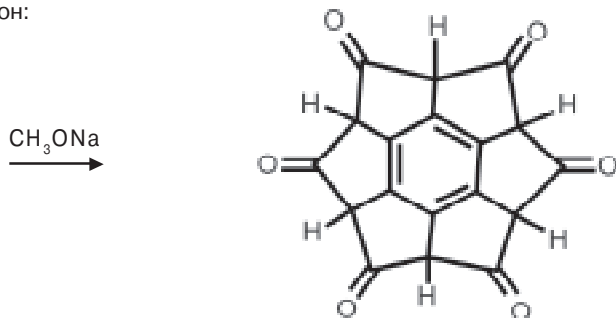
Осталось его синтезировать. Схема синтеза вполне очевидна: сначала ацетиленид натрия реагирует с эфиром хлоруксусной кислоты, образуя эфир ацетилендиуксусной кислоты:



Под действием солей никеля эфир циклизуется в эфир бензолгексауксусной кислоты:



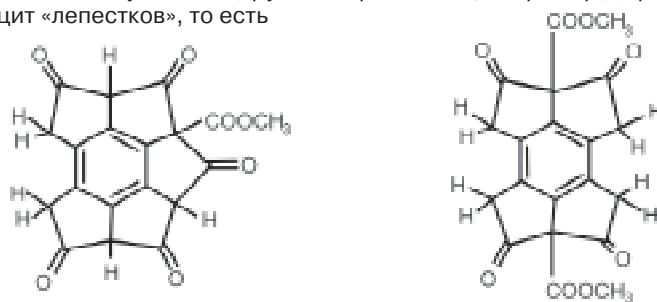
Далее этот эфир по реакции Кляйзена превращается в гексакетон:



Арифметически этот кетон может иметь 64 оптических изомера, однако, учитывая, что они имеют оси симметрии второго и третьего порядков, количество изомеров может снизиться до 16. Впрочем, для уменьшения количества изомеров можно использовать приемы матричного синтеза и ско-

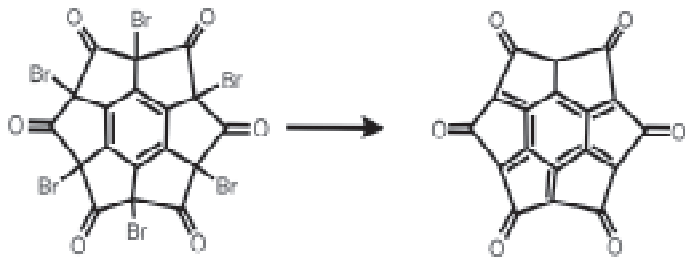
ординировать алкоксикарбонильные группы вокруг комплексообразователя, например гексаметилата вольфрама $W(OCH_3)_6$.

Может случиться и другая неприятность, например дефицит «лепестков», то есть



Такую дырку можно заштопать с помощью фосгена или хлоругольного эфира. Или в начальной стадии в качестве реагента применить диметилловый эфир хлормалоновой кислоты. А может быть, обилие изомеров и не должно смущать нас.

Все атомы водорода в смеси изомеров заместить на бром, а бром отщепить раствором металла в аммиаке:



Полученный гексакетон $C_{18}O_6$ имеет форму короны. К зубцам этой короны присоединяются три молекулы ацетона, и образуется трикетон $C_{27}H_6O_9$:

Осталась самая малость — восстановить кетон до спирта, заменить гидроксил на галоген, а действием алюминия на тригалогенид получить алюминийорганическое вещество. На последний реактив действуют CX_4 или CX_3 , то есть ортоугольным эфиром или хлороформом, и наконец-то получается замкнутая поверхность C_{28} . Нужно еще убрать водород и замкнуть три пятичленных цикла. Для этого нужно заменить водород на галоген, а галогенид обработать раствором металла в аммиаке.

Ну теперь уж точно все! Фуллерен C_{28} готов! Сверхпроводите!

Б.А.Цыганков,
Ростов

Академик
Ю.А. Золотов
Московский
государственный
университет
им. М.В. Ломоносова

Химики, проявившие себя в **ИНЫХ** областях

Кто ничего не понимает, кроме химии,
тот и ее понимает недостаточно.

Г. Лихтенберг

Фактов активного проявления химиков за пределами химической науки неожиданно оказалось очень много. Общее впечатление можно выразить, слегка переделав знаменитую фразу Ломоносова: широко простирают химики руки свои в дела человеческие.

Другие области науки

Самые близкие к химии «иные сферы» — это, конечно, другие естественные науки. В систематике наук химия находится между физикой и биологией, поэтому можно предполагать, что миграция должна происходить прежде всего в пределах этой троицы. Так оно чаще всего и бывает; известно много примеров перехода химиков в физику, биохимию или молекулярную биологию. Есть факты перемещения и не только в смежные области.

Профессор Петербургской академии наук по кафедре химии, по-нынешнему академик, Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765), создатель первой научной химической лаборатории в России, открыл атмосферу на Венере, изготовил оригинальные физические приборы, прославился как геолог и лингвист. Дмитрий Иванович Менделеев (1834—1907) много сил отдал метрологии и экономике и весьма активно проявил себя в этих областях. Мария Склодовская-Кюри (1867—1934) получила две Нобелевские премии — одну по химии, другую по физике.

Вильгельм Оствальд (1853—1932), один из основателей физической химии, нобе-

левский лауреат по химии, последние 20—25 лет своей жизни посвятил колористике, цветоведению. В его вилле «Энергия» под Лейпцигом, где он все это время жил, и сейчас можно увидеть результаты этой огромной работы, например атласы цветов и оттенков. Более того, Оствальд считал, что это его главное достижение в науке.

Известными в среде физиков, особенно специалистов по ядерной физике, стали лауреат Нобелевской премии, первооткрыватель многих трансурановых элементов химик Гленн Сиборг (1912—1999) и лауреат Ленинской и Государственных премий академик Виталий Иосифович Гольданский (1923—2001), выпускник химического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (МГУ). Здесь же может быть упомянут академик Вячеслав Васильевич Осико (р. 1932 г.), окончивший Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева (МХТИ), руководитель большого отделения в Институте общей физики РАН.

Широко известным специалистом в науках о Земле, особенно в геохимии, был вице-президент АН СССР академик Александр Павлович Виноградов (1895—1975), выпускник химического факультета Ленинградского, точнее, Петроградского университета. Кстати, он учился вместе с будущими академиками Б.П. Никольским и Г.А. Разуваевым; три академика поддерживали контакты всю жизнь. Другой бывший вице-президент АН СССР академик Юрий Анатольевич Овчинников (1934—1988), тоже выпускник химического факультета МГУ, был своим в среде молекулярных биологов. Известным экономистом стал академик Николай Прокофьевич Федоренко (р. 1917 г.), окончивший Московский институт тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова (МИТХТ), — он даже занимал пост академика-секретаря в Отделении экономики АН СССР. Федоренко долгое время работал в МИТХТ, в частности был заведующим кафедрой, проректором, исполняющим обязанности ректора.

Профессор МХТИ им. Д.И. Менделеева Андрей Андреевич Бундель (1904—1976), окончивший в 1929 году химическое отделение МГУ, был увлеченным зоологом. В период между 1948 и 1968 годами он собрал в высокогорных районах Средней Азии и Памира уникальную коллекцию чешуекрылых. В коллекции насчитывалось более ста тысяч экземпляров, причем среди них более двухсот видов, ранее неизвестных. Коллекция была передана в Зоологический институт АН СССР. Большую коллекцию жуков собрал в свое время академик Николай Петрович Сажин.

«Химия и жизнь» не раз писала о Лайнусе Полинге (1901—1994). Крупнейший химик, этот ученый известен широкой ответственности как фармаколог и медик.



М.В. Ломоносов



Д.И. Менделеев



М.Склодовская-Кюри

В 1993 году меня пригласили на сессию Американского химического общества, которая состоялась в Денвере. Привлек меня профессор Джордж Кауффман, организовавший в рамках сессии симпозиум, посвященный столетию координационной теории А.Вернера. Кауффман, близкий друг Полинга, пригласил ученого на симпозиум, и, хотя Полинг был уже весьма стар, он приехал. Надо было видеть, каким вниманием и почетом пользовался Полинг; его окружали, ему улыбались, с ним фотографировались. Конечно, Полинг того заслуживал. Он, один из немногих, получил Нобелевскую премию дважды, одну за работы по химии, вторую за усилия в пользу мира.

Ученый мог получить и третью, если бы не обстоятельства, связанные с его паспортом. А дело было так. В конце 40 — начале 50-х годов Полинг активно боролся за мир, особенно за запрещение ядерных испытаний, и считался другом Советского Союза. В Америке он получил репутацию человека, симпатизирующего коммунистам. В результате, когда Полинг в 1952 году собрался в Англию, государственный департамент не выдал ему паспорта.

А между тем этот поистине великий химик исследовал тогда молекулярную структуру ДНК (двойная спираль еще не была открыта). Королевское общество Великобритании пригласило Полинга в качестве пленарного докладчика на двухдневный симпозиум по ДНК. Не имея паспорта, Полинг, естественно, выехать не смог и не увидел рентгенограммы ДНК, которую получила и представила на этом симпозиуме Розалин Франклин.

Уже в 90-е годы Фрэнсис Крик отмечал, что если бы Полинг познакомился с этими данными, то он, несомненно, установил бы структуру ДНК до того, как это сделали Уотсон и Крик. Структурные данные Розалин Франклин легли бы на хорошо подготовленную Полингом почву, ученый был близок к идее двойной спирали.

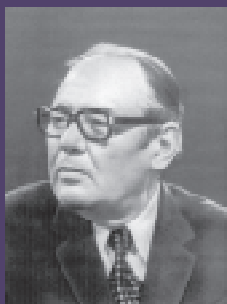
Вот так: не выдали паспорта, не увидел рентгенограммы, не открыл двойной спирали, не состоялась третья Нобелевская премия. Не было гвоздя, подкова пропала

Работал Полинг в очень разных направлениях, но практически везде оставил яркий след. Это прежде всего использование физических подходов в химии, например для познания природы химической связи и структуры веществ, борьба за мир и пропаганда больших доз витамина С для предотвращения многих болезней.

Тут время задать вопрос: а есть ли примеры движения в обратном направлении, переходили ли в химию, например, физики? Хотя мы, строго говоря, отвлекаемся от темы статьи, стоит уделить этому вопросу внимание. Прежде всего, надо ответить на этот вопрос положительно. Ну и привести хотя бы два-три примера.



Л. Полинг



Н. П. Федоренко



И. Ньютон



Ж. Дюма



Э. Пунгор



РАССЛЕДОВАНИЕ

Исаак Ньютон (1643—1727) в браке с физико-математической наукой имел великолепное потомство — закон всемирного тяготения, известные законы механики, дифференциальное и интегральное исчисление... Однако мало кто знает, что в течение по крайней мере 30 лет у Ньютона была любовница, тайная, как и положено любовнице, — химия, а точнее, алхимия. Да и как было не скрывать этот факт, если, помимо прочего, Ньютон был директором Монетного двора. Информация о занятиях директора алхимией немедленно обратилась бы в слух о том, что медяки он превращает в золотые монеты.

В известной книге С.И. Вавилова «Исаак Ньютон» алхимическим занятиям великого физика посвящена целая глава. Кстати, Ньютон занимался еще хронологией древних царств и теологией. О теологических увлечениях Ньютона в свое время очень резко отозвался академик П.Л. Капица.

Второй пример «противотока». Физик Николай Николаевич Семенов (1896—1986) получил Нобелевскую премию по химии. Вклад Семенова в химическую науку общеизвестен: он развил теорию разветвленных цепных реакций.

Создатель хроматографии Михаил Семенович Цвет (1872—1919) в настоящее время признан одним из выдающихся химиков, Федерация европейских химических обществ внесла М.С.Цвета в список ста наиболее известных химиков XVIII—XX столетий. Между тем М.С.Цвет имел диплом доктора ботаники; в двухтомнике «Люди русской науки» (1948 г.) статья о Цвете помещена в разделе «Медико-биологические и сельскохозяйственные науки», там ученый назван замечательным русским ботаником.

Политика

Наука и политика требуют совершенно разного подхода, различных принципов, да и разных, по моему мнению, людей. Несмотря на это, некоторые ученые и инженеры, имеющие химическое образование и опыт работы в химии, занимали государственные посты.

Жан Дюма (1800—1884), знаменитый французский химик-органик (а также аналитик: метод определения азота по Дюма



М. Тэтчер

использовался очень долго), был министром образования и министром сельского хозяйства Франции. В его послужном списке есть и другие должности: он был мэром Парижа и, как и Ньютон, начальником Монетного двора.

Серьезной государственной деятельностью занимался и выдающийся французский химик Марселен Бертло (1827—1907), президент Французского химического общества. Российская газета «Новое время» писала 26 октября 1895 года: «Самой интересной личностью в новом французском министерстве является знаменитый химик Бертло. Общее изумление вызвало согласие его попробовать свои силы на скользком дипломатическом паркете». А менее чем через полгода, 18 марта 1896 года, другая газета, «Сын отечества», сообщает: «Великий химик и неопытный дипломат г-н Бертло, с самоотвержением взявший на себя должность министра иностранных дел, сложил с себя звание отчасти ввиду сложности международного положения, отчасти ввиду семьи». Надо сказать, что эта попытка М.Бертло поработать министром была уже второй. Столь же недолгое время, с 11 декабря 1886 года по 30 мая 1887-го, он занимал пост министра народного просвещения.

Некоторые химики на государственных постах продержались дольше. Эрне Пунгор, очень известный венгерский химик-аналитик, ныне почетный профессор МГУ, после политических преобразований 1989—1991 годов несколько лет был председателем Государственного комитета по науке и технике в ранге министра правительства Венгрии. Другой химик-аналитик, редактор «International Journal of Environmental Analytical Chemistry», профессор Х.Албад-жес стал министром науки и техники в правительстве испанской провинции Каталония. Двое из президентов Израиля тоже были химиками.

Маргарет Тэтчер, ныне баронесса, премьер-министр Великобритании в 1979—1990 годах, почетный доктор РХТУ, окончила химический факультет Самервилл-колледжа Оксфордского университета.

Ее королевское высочество принцесса Таиланда Чалабхорн Махидол, младшая дочь



Ч. Махидол



Г.А. Ягодин



С.В. Кафтанов



Е.А. Фурцева



В.С. Гроссман

таиландского короля Бхумиболо Адулядея и королевы Сирикат, — директор исследовательского института в Бангкоке и профессор химии в университете Махидол. В числе научных интересов принцессы — химия природных соединений.

Член-корреспондент АН СССР Геннадий Алексеевич Ягодин (р. 1927 г.) был министром высшего образования СССР пять лет. В той же должности еще в сталинские времена служил химик-органик Сергей Васильевич Кафтанов (1905—1978). Он работал также заместителем министра культуры СССР, председателем Госкомитета по радиовещанию и телевидению, председателем ВАК. Продолжительное время министром культуры СССР был инженер-химик Петр Нилович Демичев. Екатерина Алексеевна Фурцева (1910—1974), окончившая МИТХТ, четыре года была секретарем ЦК КПСС, а затем работала министром культуры СССР. Сейчас, говоря о Фурцевой, отмечают ряд ее весьма полезных дел, хотя, возможно, общий уровень ее образования и развития оставлял желать лучшего. Нефтехимик Николай Константинович Байбаков (р. 1911 г.) был министром нефтяной промышленности СССР, а в 1960—1970 годах — председателем Государственного планового комитета.

Не один Жан Дюма из химиков стал мэром столицы. Мэр и председатель правительства Москвы Юрий Михайлович Лужков (родился в 1936 году) окончил Московский институт нефти и газа имени Губкина, до 1987 года работал в химической промышленности. Он был директором НПО «Химвтоматика» и недолго начальником Научно-технического управления Министерства химической промышленности СССР.

Бывший посол СССР в Китае и затем заместитель министра иностранных дел СССР Виктор Иванович Лихачев окончил перед войной химический факультет МГУ.

Член-корреспондент РАН Саламбек Наибович Хаджиев (р. 1941 г.), специалист по нефтехимии, был министром химической промышленности СССР, народным депутатом, председателем правительства Чеченской республики.

Говоря о химиках-политиках, нельзя не вернуться к уже упоминавшемуся американскому ученому и Нобелевскому лауреату Гленну Сиборгу. В 1994 году он подарил мне книгу, которая называется «На службе нации с десятью президентами Соединенных Штатов». В книге подробно освещена его долгая, так сказать, ненаучная деятельность. Сиборг занимал пост председателя американской Комиссии по атомной энергии, а также работал в качестве советника президента США по науке. Известный физикохимик Г.Б. Кистяковский тоже был советником по науке у нескольких президентов США.

Литература

Конечно, для многих химиков, в том числе известных, литературные опыты — дело обычное; как и другие люди, в молодости они пишут стихи, а на склоне лет — эссе и мемуары. Но некоторые химики стали профессиональными писателями.

Писатель Василий Семенович Гроссман (1905—1964) окончил химическое отделение физико-математического факультета МГУ, заведовал аналитической лабораторией в Макеевке. Самый известный роман Гроссмана «Жизнь и судьба» опубликован через много лет после смерти автора.

Известный писатель-эмигрант Марк Алданов (настоящая фамилия Ландау, 1886—1957) — тоже химик. Он окончил Киевский университет по отделениям химии и права. Во время Первой мировой войны Алданов разрабатывал в Петербурге способы защиты от химического оружия. В эмиграции он продолжал работать в области химии. В 1937 году издана его книга «Актинохимия», в 1951 году — «К возможности новых концепций в химии». Параллельно он писал литературные произведения, многие из них теперь изданы у нас.

Мировую известность как писатель получил австрийский химик Элиас Канетти (1905—1994). Он учился химии в Вене, в 1928 году получил степень доктора философии по химии. Но прославился как сценарист и романист, в 1987 году получил Нобелевскую премию по литературе.

Ломая хронологию, вспомним Гете. Недавно на немецком языке вышла книга «Гете как химик»; подобные публикации были и раньше, и в немалом количестве. Действительно, Иоганн Вольфганг Гете (1749—1832) много времени и сил уделял научной деятельности, в том числе, задолго до Оствальда, колористике — свойствам цвета, а также минералогии, ботанике и другим наукам.

Возвращаясь в XX век, отметим, что знаменитый писатель-фантаст Айзек Азимов (1920—1992) окончил химический факультет Колумбийского университета в Нью-Йорке, был преподавателем, затем профессором биохимии медицинского факультета Бостонского университета. За свои произведения Азимов получил множество литературных наград.

Два выпускника химического факультета МГУ стали известными поэтами — Бахыт Кенжеев и Владимир Костров. Кенжеев окончил химфак в начале 70-х по кафедре коллоидной химии, там же работал несколько лет. В 1982 году уехал в Канаду, где и живет постоянно, но несколько раз в году приезжает в Россию и другие страны СНГ. На русском языке вышло не менее восьми его поэтических книг. В 2000 году Бахыт Кенжеев получил премию «Антибукер», учрежденную «Независимой газетой» в пику престижной англо-русской премии «Бу-



Э. Канетти



И. В. Гете



А. Азимов



Р. Хоффман



А. Кристи



РАССЛЕДОВАНИЕ

кер», которая присуждается только за романы; размер ее 12 000 долларов. «Антибукер» вручается по четырем номинациям — проза, поэзия, драматургия, критика, причем каждая премия составляет 12 001 доллар — на один доллар больше!

Детский писатель Яков Аким учился в МИТХТ. Выпускник того же института В. Азерников — драматург, его пьесы шли в театрах в 60—70-х годах.

Не слишком известный американский химик Э.Э. Рейд в возрасте 100 лет опубликовал автобиографию с замечательным названием: «Мои первые сто лет».

Здесь надо назвать еще двух американцев, куда более знаменитых. Нобелевский лауреат химик-органик и писатель Карл Джерасси (р. 1923 г.), создатель промышленных методов получения ряда гормонов, — очень популярный в США человек. Его часто приглашают выступать с лекциями на разного рода крупные собрания. Второй — тоже Нобелевский лауреат по химии, Роалд Хоффман, активно работает как химик-теоретик; профессиональным писателем не стал, но написал ряд эссе, поэтических книг. Одна из таких его работ называется «Химия образная». Когда Хоффман был студентом химического факультета Колумбийского университета, он увлекся гуманитарными дисциплинами. Много позже в интервью газете «Нью-Йорк таймс» он говорил: «Я слушал лекции... о поэзии, изучал японскую литературу и почти полностью переключился на историю искусств как на самый главный предмет в моей учебе».

Наконец, в этой серии имен можно, хотя и с натяжкой, упомянуть Агату Кристи (1890—1976), английскую писательницу, мастера детективного жанра. В молодости она работала лаборантом-фармацевтом, готовила в аптеке лекарства. Покупателей было мало, у Агаты оставалось свободное время, и она стала писать свои детективы. («Химия и жизнь» не раз отмечала, что отравления в ее романах спланированы и описаны гораздо грамотнее, чем у многих других авторов.)

Кино, театр, музыка, живопись

В 70-е годы, будучи заместителем директора Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР, я

принимал на работу в группу электронного парамагнитного резонанса, которой руководил профессор И.Н. Маров, молодого человека по фамилии Филиппенко. Скоро выяснилось, что у него, помимо научных интересов, есть и другие — недалеко от института, на киностудии «Мосфильм». А потом Александр Филиппенко и вовсе ушел в киноартисты; мы знаем теперь его по множеству фильмов.

Андрея Мягкова (р. 1938 г.) я на работу не принимал. Он ленинградец, окончил Ленинградский технологический институт имени Ленсовета и работал в Институте пластических масс. О нем как об актере театра и кино говорить не надо, все его прекрасно знают.

Из химии вышли по крайней мере два кинорежиссера. Один из них, выпускник химфака МГУ, первый дипломник академика В.А. Кабанова, — Оскар Анатольевич Никич. Он был также сценаристом. Второй — Вадим Юсупович Абдрашитов (р. 1945 г.), окончил МХТИ в 1967 году и ВГИК в 1974-м (мастерские М. Ромма и Л. Кулиджанова). Поставил много фильмов, например «Парад планет», «Плюмбум, или Опасная игра», «Время танцора». Лауреат Государственных премий СССР (за фильм «Слуга», 1991) и РСФСР (1984).

Шоумен Михаил Марфин, бывший капитан команды КВН МХТИ им. Д.И. Менделеева, стал режиссером программ КВН на телевидении и ведущим ряда развлекательных телевизионных передач.

От кино перейдем к музыкальному искусству. Об Александре Прокофьевиче Бородине (1833—1887) достаточно напомнить, что он был химиком-органиком, профессором Медико-хирургической академии в Петербурге, членом Императорской академии наук. В одной немецкой книге о Бородине написано, что он даже среди химиков, вероятно, лучше известен своими «Половецкими плясками», чем химическими работами. Однако именем Бородина названа реакция декарбонирования (1861). Его химические работы были хорошо известны. С 4-го съезда русских естествоиспытателей, состоявшегося в Казани в августе 1873 года, Бородин пишет жене: «В нашей химической секции было много интересных сообщений, и между ними, скажу не хвастаясь, мы были одни из самых видных; достоинство и число их (7 штук!) импонировало сильно всем членам секции и выдвинуло нашу лабораторию сильно во мнении химиков и даже не химиков».

Бородин пишет жене о банкете (тогда он назывался обедом): «Пели «Гаудеамус», «Вниз по матушке, по Волге»; профессора пустились в пляс; оркестр валял «Камаринскую», а ученые мужи задали выпляску на славу — кадрили, мазурку. Потом пошли возлияния и возлияния. Публика растрогалась — начали качать Бутлерова (как популярнейшего ученого всей Казани и бывшего ректора университета). После этого неожиданно подлетели ко мне грешному: «Бородина! Бородина качать! Он не толь-



А. Филиппенко



А. Мягков



В. Ю. Абдрашитов



А. П. Бородин



X. Каррерас

ко хороший честный ученый, но и хороший, честный человек!» Десятки дюжих рук подняли на воздух мое тучное тело и понесли по зале. Покачивая на «воздухах», меня поставили на стул, и я сказал спич — в качестве представителя женских курсов. Вино развязало мне язык, и я сказал горячую речь, провозгласив тост за процветание специального образования женщин. Поднялся гвалт, и мне сделали шумную овацию.

А теперь еще две цитаты.

Критик В. Стасов: «К несчастью, академическая служба, комитеты и лаборатория, а отчасти и домашние дела страшно отвлекали Бородина от его великого дела». (То есть от музыки. — *Примеч. ред.*)

Д.И. Менделеев: «Бородин стоял бы еще выше по химии, принес бы еще более пользы науке, если бы музыка не отвлекала его слишком много от химии».

Однако Бородин опубликовал 42 научные работы в области химии, что по тем временам было немало.

Композитор Владимир Дашкевич учился в МИТХТ.

Химию изучал в университете Барселоны выдающийся испанский певец Хосе Каррерас (р. 1946 г.). Он почетный доктор РХТУ им. Д.И. Менделеева.

В начале 1987 года в Репино под Ленинградом проходила очередная сессия Научного совета АН СССР по аналитической химии. Жили мы в Доме творчества композиторов. В день заезда к столу регистрации вдруг подходит человек, похожий на Аркадия Райкина (1911—1987), и спрашивает нашу сотрудницу, что здесь происходит. Сотрудница, конечно, мэтра узнала, засмушалась и, вместо того чтобы ответить, позвала меня. Когда я рассказал Аркадию Исааковичу о том, что собрались химики, он заметил, что отдыхает в этом пансионате и что приезд химиков ему приятен, поскольку он тоже отчасти химик: окончил школу с химическим уклоном и некоторое время работал на Охтинском химическом заводе.

Андрей Владимирович Киселев (1908—1984), профессор Московского университета, один из самых известных специалистов по хроматографии, был большим знатоком живописи, дружил с П.Коринным и семьей М.Нестерова, имел собрание картин И.Машкова. Коллекционировал также старинную мебель, которую сам и реставрировал, например вернул к жизни диван времен Петра I и два редких кресла, сработанных в начале XIX века. Киселев собирал фарфор, часы, люстры и другие произведения прикладного искусства. К его коллекции проявляли интерес крупнейшие музеи — Эрмитаж, Русский музей, музей в Кускове и др.

Академик Александр Николаевич Несмеянов (1899—1980), и не он один из знаменитых химиков, писал картины. Недавно, когда отмечалось столетие со дня рожде-

ния бывшего президента Академии наук СССР, устроили выставку его картин.

Выдающийся ученый-химик академик Иван Людвигович Кнунянц был известен как реставратор живописи.

Бизнес

Один химик очень хотел стать членом Академии наук. Его заслуги к моменту выборов были весьма скромными. Но отец нашего героя, весьма влиятельный человек, имел друзей среди академиков. К тому же сам кандидат проявил себя в качестве крупного денежного воротилы, нужного властям. Посему власти при выборах в академию выделили дополнительное (так сказать, целевое) место, и, как почти всегда бывает в таких случаях, большинство голосов было обеспечено.

Дело было в 1768 году во Франции, а избирали в академию Антуана Лорана Лавуазье.

Лавуазье (1743—1794) был, конечно, первым и самым известным химиком-бизнесменом, одним из основоположников современной химии и генеральным откупщиком. Дело, которым он занимался, приносило ему, вероятно, неплохой доход, но и привело его на гильотину.

Вторым и тоже очень знаменитым, но, в отличие от Лавуазье, больше в сфере бизнеса, должен быть назван предприниматель Михаил Борисович Ходорковский (р. 1963 г.), выпускник РХТУ, председатель правления компании ЮКОС. Не забудем и председателя совета директоров АФК «Система» Владимира Петровича Евтушенкова, одного из «олигархов», входящего в двадчатку, если не в десятку, самых богатых людей России. Евтушенков, тоже выпускник МХТИ, был в свое время заместителем секретаря комитета ВЛКСМ института.

Пчеловодство

Почему-то химиков всегда тянуло к пчелам. Выдающийся химик, один из создателей структурной теории органической химии, Александр Михайлович Бутлеров, известный также как популяризатор медиумизма, пчеловодством занимался довольно много. Он автор двух книг на эту тему. Так, в 1871 году Бутлеров написал для крестьян книгу «Пчела, ее жизнь и правила толкового пчеловодства».

Страстным пчеловодом был и академик Иван Алексеевич Каблуков (1857—1942), много сделавший в области физики и химии растворов, профессор МГУ и Петровской, потом Тимирязевской, академии. Последняя из изданных при его жизни книг называлась «О меде, воске, пчелином клее и их подмесах».

Ю.М. Лужков — не только нефтехимик и мэр, но и пчеловод.



РАССЛЕДОВАНИЕ

Спорт

Не так уж много химиков проявили себя в большом спорте, а те, что известны, все до одного футболисты.

Лев Иванович Фаворский (1893—1969) — наш первый известный вратарь, был в сборных Москвы и России (1911—1912). Из-за тяжелой травмы колена рано покинул футбол, окончил химический факультет МГУ, занимался исследовательской работой, потом преподавал химию. Он был доктором химических наук, профессором во Всесоюзной промышленной академии легкой индустрии и в Московском полиграфическом институте.

Известный футболист, правый полусредний, нападающий, а затем выдающийся тренер «Динамо» Михаил Иосифович Якушин (1910—1997) был сначала химиком-лаборантом. Он автор книги «Вечная тайна футбола» (М., 1988).

Выпускник физико-химического факультета Ленинградского технологического института им. Ленсовета Юрий Андреевич Морозов был нападающим в команде «Зенит», а затем тренером — главным тренером «Зенита», потом киевского «Динамо», ЦСКА (1984—1987), сборной СССР (1974—1990).

Легендарный советский альпинист Виталий Михайлович Абалаков, заслуженный мастер спорта, заслуженный тренер СССР, спортсмен, совершивший первое восхождение на пик Ленина (1934 г.), — выпускник МХТИ. После войны В.М. Абалаков организовал группу альпинистов для испытания альпинистского инвентаря, работал в Институте по проектированию спортивного снаряжения.

Лауреат Ленинской премии Борис Огородников, окончивший МХТИ, был чемпионом страны по спортивному ориентированию.

Религия

Выпускница МИТХТ предвоенных лет Варвара Васильевна Черная работала на заводе «Каучук», затем заместителем директора НИИ резиновой промышленности, а в конце своей жизни стала игуменьей Серафимой — первой после 76-летнего перерыва настоятельницей Новодевичьего монастыря.



А.И. Райкин



А.Лавуазье



М.Б.Ходорковский



Прорыв к морю

Константин Ситников





ФАНТАСТИКА

В июле, в одиннадцать часов утра, сидя в душной каморке начальника железнодорожной станции, капитан Антонов и не подозревал, что ему было суждено восстановить ход истории.

На руках у него было два туза, а у начальника станции две дамы, семерка пик и козырная девятка. Начальник шевелил лиловыми губами и тяжело отдувался. Фуражку с молоточками он еще четверть часа назад положил рядом на стол, обнажив лысину, на которой поблескивала испарина. Начальником он был новым, назначенным вместо прежнего, лата, которого десять дней назад расстреляли за саботаж.

Сначала Антонов разглядывал его рыхлое лицо с серыми навывкате глазами под рыжеватыми бровками. Потом, сцепив пальцы с зажатыми в них тузами, равнодушно отвернулся к окну. За окном ничего не происходило. Перрон был пуст, и пути были пусты, если не считать товарняка, стоявшего тут уже десятый день. Взгляд рассеянно скользил по круглым бокам почерневших от мазута цистерн и вдоль длинных платформ для перевозки танков. Там, на путях, — зной, тяжелый и жирный, как мазут. А по ту сторону путей, на лесной поляне, под пропитанным соляжкой брезентом, затаилась до поры до времени железная беспощадная смерть.

В правом виске у Антонова заломило, будто в череп вставили железный костыль и принялись медленно, с садистским наслаждением, вращать.

Карты, карты... Он поглядел на начальника станции. Чего эта сволочь тянет? И Антонова охватила ледяная ярость. Вынуть из кобуры тяжелый, холодный пистолет, приставить к его разгоряченной лысине и спустить крючок... Но ярость тут же испарилась. Только апатия и легкая дрожь пальцев.

Мимо окна прошли двое с синими нашивками. Они выглядели неприлично выхоленными и всем своим видом наводили на мысль о прохладных кабинетах с кондиционерами, тонким запахом дорогих сигарет и дорогого мужского одеколona. Они были словно пришельцы из иного мира — стерильно чистого и холодного. Антонов прикрыл глаза, чтобы унять боль в виске, и поплыл, поплыл куда-то... потом вздрогнул, сильно качнувшись вперед, облизал пересохшие губы и с удивлением воззрился на начальника станции. Тот уже не сидел за столом, а стоял — теперь опять в фуражке, прижавшись жирной спиной к стене, и подобострастно глядел мимо Антонова. Однако больше всего Антонова удивили брошенные на стол карты — картинками кверху: две дамы, семерка пик и девятка козырей. Хотя он и без того знал этот расклад: у него была феноменальная память, особенно на числа. Однако чтобы начальник станции вот так вдруг бросил начатую игру?..

Глядел начальник станции на двоих в синих нашивках.

— Капитан Антонов? — вежливо осведомился майор. — Пройдемте с нами.

У майора были широкие, гладко выбритые щеки и хорошие, честные глаза работника спецслужбы. У младшего лейтенанта тоже были хорошие, честные глаза. Нарочно их, что ли, таких подбирают?

Вот и все, подумал Антонов. Он поднялся, растерянно посмотрел на бесполезных теперь тузов и положил их на стол — рубашками кверху, словно еще собирался вернуться и закончить игру.

— Я арестован? — спросил.

Майор вдруг улыбнулся, но ничего не ответил.

Они вышли на площадь, и Антонов почувствовал, как ватное одеяло жары оборачивает его тело. Сейчас бы в озеро, прохладное, с серою пеной вокруг скользких стеблей тростника... Они обошли желтое здание вокзала, спустились по ступенькам и завернули за чугунную ограду. За оградой был небольшой каштановый парк. Место тенистое и уединенное, очень подходящее место... Сейчас они достанут пистолеты, понял Антонов, и расстреляют. Он всегда был уверен, что в любое мгновение его могут арестовать и расстрелять, просто так, без всякой причины.

В глубине парка стоял двухэтажный дом. Прошли в обшарпанный подъезд и поднялись по лестнице. Майор позвонил, щелкнул замок. Открыл им лейтенант. В прихожей, как в обыкновенной казарме, пахло сапогами и застарелым потом. Вот тебе и иной мир! Антонов даже разочаровался.

— Подождите здесь, — сказал майор, скрылся в комнату и плотно прикрыл за собой дверь. Лейтенант остался возле входной двери, за спиной у Антонова. Прошла, верно, минута, опять появился майор и приказал: — Проходите.

В комнате стоял лишь огромный письменный стол, на котором лежала одинокая папка с тесемками да сиротливо жался к противоположной стене черный кожаный диванчик. Окно было распахнуто настежь; перед ним — табурет. За столом сидел полковник разведывательной службы. Тяжелое анемичное лицо и короткая седая стрижка.

— Антонов Павел Николаевич? — спросил он, раскрывая папку и бегло просматривая первую страницу.

— Он самый, — не по уставу ответил Антонов.

— Командир второй танковой роты четвертого батальона капитан Антонов... — И странное дело — взгляд у полковника потеплел. Он кивнул на табурет: — Присаживайтесь, Павел Николаевич. Вы на меня не сердитесь, — сказал он вроде как даже виновато.

Теперь уже Антонову настала очередь удивляться. Полковник вдруг вскочил и нервно прошелся по комнате. Антонов тоже поднялся.

— Черт, не могу я так! — Полковник остановился перед Антоновым, одно веко у него неприятно подергивалось. — Ты меня не помнишь, Паша? Ну, посмотри, посмотри внимательней. — И жадно впился глазами в лицо Антонова. — Ведь это ты... я чувствую — ты!.. Ну? — спросил с надеждой. — Узнал?

Антонов медленно повел головой. Полковник постоял перед ним еще несколько секунд и наконец проговорил, помрачнев:

— Хорошо. — Вернулся за стол и, достав из папки пачку больших фотографий, не глядя протянул их перед собой. — Ознакомься.

Антонов взял их левой рукой — он был левша. Это обстоятельство не ускользнуло от внимания полковника. Он прищурился, но ничего не сказал.

На фотографии крупным планом в разных ракурсах была изображена мужская голова с очень аккуратным круглым отверстием в виске. Мужчина как две капли воды походил на Антонова. К одной из фотографий скрепкой был прикреплен листок из блокнота.

— Читай, читай, — нетерпеливо бросил полковник.

Антонов прочел:

«Антонов П.Н. Казань. Танковое училище, 15 янв. 015 г. 16-55. При обнаружении пациент лежит лицом вниз, около головы обледенелая лужа крови. При осмотре перевернут на спину. В области правого виска огнестрельная рана, кровотечения из раны в момент осмотра нет. Зрачки широкие, реакции на свет нет, пульсации нет, самостоятельное дыхание отсутствует, выраженный цианоз лица.

Сделан непрямой массаж сердца.

17-10. Приехала реанимационная бригада. Мероприятие 20 мин не дало эффекта, прекращено. Констатирована смерть.

Установлено: в 16-15 пациент, выйдя из корпуса училища, выстрелил себе в висок из табельного пистолета «Макаров».

Капитан медслужбы (и подпись)».

Антонов перевернул листок, однако на обратной стороне ничего не было. Аккуратно сложил фотографии, вер-

нул их полковнику. И тут, опять некстати, заломило в виске, железный костыль стал вращаться, все глубже врубаясь в мозг, и еще задел правое глазное яблоко, и оно сразу же начало болезненно пульсировать. Сжав зубы, Антонов попытался сложить губы в ироническую усмешку: не хотелось, чтобы полковник заметил, что ему плохо.

Вероятно, тот не заметил и резко подался вперед:

— Где вы были пятнадцатого января 015 года в шестнадцать часов пятнадцать минут, Антонов? Или как вас там зовут на самом деле?

— Меня зовут Павел Антонов, — сквозь зубы процедил Антонов, стараясь унять боль, которая захватила уже всю правую половину головы. — Пятнадцатого января 015 года в шестнадцать часов пятнадцать минут я был в аудитории, читал курсантам историю.

— Неправда! Еще десятого января вас временно отстранили от ведения занятий за подозрение в попытке изнасилования младшего курсанта! Почему вы говорите неправду?

Антонов покачнулся. Огромное огненно-красное колесо закрутилось у него перед глазами, письменный стол, полковник, стены комнаты тронулись с места, поплыли. А потом он почувствовал, что голову ему приподнимают чьи-то мягкие, сильные руки.

— Паша? Паша, ты в порядке? — доносился откуда-то издалека знакомый голос. — Зуев, поддержи его! Дай мне стакан!

В губы Антонову ткнулся край стакана, и с первым же глотком холодной, почти ледяной воды туман перед глазами начал рассеиваться. Антонов захлебнулся, и вода полилась у него по подбородку.

— Д-достаточно, Николай Алексеевич, — проговорил он. Стакан исчез.

— Зуев, давай-ка его на диван...

Прошла еще, верно, минута. Теперь полковник присел рядом на диван и яростно замахал рукой на лейтенанта Зуева, чтобы тот вышел из комнаты. Они остались одни.

— Ну, ты вспомнил, Паша? — спросил он взволнованно.

— Это все неправда, Николай Алексеевич! — Антонов даже попытался привстать, но полковник не дал ему этого сделать. — И они тоже все знали. Этот генеральский сынок с друзьями... Я застал их... Но они запугали мальчика, и он показал на меня. Вы мне верите, Николай Алексеевич?

— Верю. Я верю тебе, Паша, — твердо сказал полковник. — Мы с Машей посчитали, ты умер. Ну а как иначе: ведь констатировали смерть! Я хотел забрать тебя из морга, похоронить. Написал прошение. А мне отвечают: труп исчез. Чертовщина какая-то! Так вот просто: был и исчез... Где ты пропадал все это время, Паша? Хотя, нет, не отвечай. Я ведь чувствую, что ты... ну, ты не можешь, не имеешь права сказать. Так, да?.. А вот сегодня — гляжу, в списках фамилия знакомая. И год рождения — все сходится. Дай, думаю, проверю. Своими глазами хотел убедиться. И вот он ты — живехонек!.. Ну, как ты? Что теперь? Скажи, что я могу? Проси — что ты хочешь?

Антонов уже отошел от обморока. Поднялся.

— Николай Алексеевич, — вздохнул, стараясь не глядеть на полковника, — вы можете выписать мне какой-нибудь пропуск? Ну, знаете, эти... которые по Соглашению.

— Ты что, к латам в тыл собрался?

— Да нет... Надоело все. Хочу на море взглянуть. Сто лет на море не был. А, Николай Алексеевич?

Полковник пожевал губами.

— Ладно. Я доверяю тебе, Паша, — произнес он наконец. Подошел к столу, вынул из ящика бланк и, не садясь, быстро написал на нем несколько строк. — Бери.

Антонов взял этот бланк и, аккуратно сложив его несколько раз, сунул в карман кителя.

— Спасибо. Я могу идти?

— Иди, Паша.

Встречаться с начальником станции не хотелось, и Антонов сразу же перешел пути напротив складов. Затем углубился в лесок. Еще несколько шагов, и за кустами показались брезентовые бугры. Из-под брезента вкусно пахло горячим железом и соляной кислотой.

Он стащил с танка нагретый солнцем брезент и забрался в парное нутро машины. Попрыгал на сиденье, устраиваясь поудобней, положил руки на рычаги — и тихонько засмеялся. Хорошо!

И тут за спиной кто-то заворочался. Антонов обернулся и различил заспанное мальчишеское лицо. Смешно оттопыренные уши. Лицо показалось ему знакомым. Ну да, рядовой Шалагин. Тот самый, который десять дней назад отказался расстреливать бывшего начальника железнодорожной станции, лата. «Я тебя самого расстреляю, слюнтяй!» — пообещал тогда комвзвода. Надо же, понял теперь Антонов и удивился: не расстрелял!

— Ты чего здесь? — спросил его.

Взгляд у рядового Шалагина сделался виноватым.

— Я убежал, — признался он. И огорченно добавил: — Да ну их всех, дураки какие-то!.. Я ведь ему говорю, что не могу, а он свое... Как это можно быть таким тупым?.. Ну если не могу, разве я виноват? Нет — он свое талдычит!

Антонов уже не слушал его, усиленно соображая, что же делать с мальчишкой. Пропадет ведь. А, была не была! — Рядовой Шалагин! Слушай мою команду!

Шалагин замолчал и подобрался.

— Тебе, Шалагин, поручается выполнение ответственного задания. Операция называется «Прорыв к морю».

— А что я должен делать?

— Как это «что»? Сесть на место стрелка, надеть шлем и ждать дальнейших распоряжений.

— Вот здорово, — только и сказал Шалагин. Быстро перебрался вперед, натянул шлем и застегнул ремешок.

Антонов оглядел его и остался доволен. Он тоже натянул шлем с наушниками, включил бортовой компьютер, открыл смотровые щели и запустил дизель. Верхний люк задраивать не стал, чтобы хоть немного обдувало ветерком. А ветерок будет, обязательно будет, это точно!

Машина заурчала, мягко двинулась с места.

На шоссе стоял грузовик. Пустой. Это хорошо, что пустой, подумал Антонов и прибавил скорость. Хорошо! Его опять охватило беспричинное веселье. А Шалагин испуганно вскрикнул и обхватил голову руками. Ствол их танка уже пробил дощатый кузов насквозь, заостренный корпус протаранил грузовик, гусеницы легко, как игрушку, подмяли его под себя, протаскивали грохочущие, разваливающиеся обломки по бетонному покрытию. Шалагин тут же подскочил, высунулся из башни и вдруг заорал восторженно:

— Мы сделали его, товарищ капитан! Мы сделали его!
— Ну вот, а ты боялся, — улыбнулся Антонов. — Это как с первой женщиной. Только вначале страшно.

Шалагин вернулся на свое место и жадно впился глазами в смотровые щели. Они мчались по шоссе, и теперь ничто не заслоняло обзор. И дух захватывало от солнца, быстрой езды и ощущения свободы.

— Товарищ капитан... — начал Шалагин.

— Зови меня Павел Николаич, — перебил его Антонов.

— А меня — Алеша, — вставил Шалагин. — Алексей. Тоже Николаич. — И тут замаялся. — Товарищ ка... Павел Николаич, меня теперь расстреляют, да? Я ведь сбежал.

— Я скажу, что приказал тебе.

— Но ведь это неправда.

— Какая разница!

Они замолчали.

— Куда мы едем?

— На запад, — только и ответил Антонов.

— Мы дезертировали?

— Мы просто едем на запад.

— А потом?

— Потом будет море.

Книжка была без названия, ибо без обложки. Шалагин нашел ее в школьной библиотеке, где еще пару дней назад он сидел под арестом. Половина страниц в ней оказалась вырвана, но это уже не имело никакого значения: книжку все равно невозможно было читать подряд, потому что не обнаруживалось в ней ни сюжета, ни главного героя.

И вот теперь, покуда они катили по безлюдному шоссе под ярким солнцем, Шалагин, развалившись на внешней броне танка, развлекал себя и Антонова тем, что открывал безымянную книжку наугад и что-то громко из нее зачитывал.

Это были простые рассказы о простых событиях. Например, о том, как один человек встал утром и куда-то пошел, встретил другого человека, они о чем-то поговорили и пошли туда-то. При этом звали этих людей всегда очень длинно и смешно — Шалагин спотыкался на втором слоге, возвращался к началу и с удовольствием повторял трудное слово. Забавней же всего было то, что в описываемые события, вообще-то очень простые и понятные, в самый неподходящий момент вдруг вмешивались какие-то ангелы с мечами или происходили еще какие-то сказочные чудеса, и тогда Шалагин удивленно шевелил розовыми ушами, перечитывал это место и затем вдруг заливался неудержимым хохотом.

Антонов, глядя на него, тоже не мог удержаться от улыбки.

— Э, вот... Валаам встал поутру, — читал Шалагин, водя пальцем по странице, — оседлал ослицу свою и пошел с князьями Моа... Моавитскими. Моавитскими... И воспылил гнев Божий за то, что он пошел, и стал Ангел Господень на дороге, чтобы воспрепятствовать ему... Ха, ангел стал!.. Э, дальше... Он ехал на ослице своей, и с ними двое слуг его. И увидела ослица Ангела Господня, сто-

ящего на дороге с обнаженным мечом в руке... Ха, ангел на дороге с мечом стоял!.. И своротила ослица с дороги... Во прикол! Ослица увидела ангела и своротила! Что, интересно, она ему своротила?.. Или вот еще. — Шалагин снова открывал книжку наугад и зачитывал: — Авраам родил Исаака, Исаак родил Иакова, Иаков родил Иуду и братьев его... Иессей родил Давида царя... Ух ты, царя! Как же они их всех родили, не пойму?.. Давид царь родил Соломона от бывшей за Уриею... Ну вот скажите, Павел Николаич, есть в этом какой-нибудь смысл?

Антонов только улыбался.

Потом Шалагин закрывал книжку и начинал философствовать. Например, так:

— Павел Николаич, а у вас мысли бывают?

— Как это?

— Ну, мысли, — шевелил ушами Шалагин. — Вот, скажем, война эта. Ведь это никакая не война. Какая же это война? Война — это когда одни воюют против других. А против кого мы воюем?

— Против латов.

— Да разве мы *ПРОТИВ НИХ* воюем? Мы же *С НИМИ* воюем.

— А какая разница? Что-то я не пойму тебя, Алеша.

— Как это — какая разница! Большая. Мы *С НИМИ* воюем. Только вот против кого?

Антонов в ответ только хмыкнул. Он был уверен, что Шалагин и сам не понимает, о чем говорит. И все же в словах мальчишки было что-то такое... Антонову показалось даже, что это не Шалагин сам говорит, а кто-то другой говорит через Шалагина. Вот и теперь, вроде бы полная бессмыслица... И тут вспомнилось.

Э то и тогда вызвало у него недоумение, какое-то беспокойство. Случилось это еще в Резекне, как раз накануне Соглашения, рано утром. Танковая рота Антонова должна была двигаться к промышленной части города и захватить химический завод. Разведка доносила, что там все вроде бы спокойно. Но с самого начала операции Антонова не оставляло гнетущее ощущение надвигающейся катастрофы. Он и сам не мог понять, в чем дело. Никогда раньше с ним такого не случалось.

Старинные, мощенные камнем улицы, кое-где перегороженные развалинами или бетонными блоками баррикад, казались мертвыми. Мирные жители покинули Резекне еще два дня назад, город дважды утюжила тяжелая артиллерия. Казалось бы, чего еще? Ан нет же...

Они двигались колонной, поднимая густую пыль. Временами откуда-то слева наплывал жирный черный дым, и становилось темно, как ночью. Уже на полпути по радиции пришло сообщение о том, что в западной части города появилась колонна танков латов. Откуда они взялись и куда направляются, было совершенно непонятно. И тогда Антонов подумал, что предчувствия, которые в тот день с самого утра неотступно преследовали его, начинают становиться явью. Он запросил командование, продолжать ли выполнение операции, или будут какие-то иные распоряжения. Ему ответили, что ситуация под контролем и он должен выполнять задание.

И вот тут-то произошла первая странность, о которой Антонов впоследствии старался не вспоминать и уж тем более никому не рассказывать. Едва они миновали какой-то магазин и уже собирались пересечь перекресток, как слева опять же наплыл черный туман, потом неторопливо рассеялся, и дальше Антонов увидел из своего танка стену дома по ту сторону улицы. Торцовая стена, без окон, стена пятиэтажного здания, оштукатуренная и выкрашенная светло-розовой краской. Ничего особенного в ней не было, но как раз в тот момент, когда рассеялся

туман, солнце выглянуло между домами, и эта стена вдруг озарилась ярким розовым светом, словно исходящим изнутри — ну, как будто зажгли свечку в японском волшебном фонарике. Эта светящаяся стена так поразила Антонова, что он дал знак водителю остановиться. И дальше связался со второй машиной. Почему он это делает, ему было непонятно, но отчего-то возникла твердая уверенность: так правильно.

— Второй, берешь командование на себя. Двигаться строго колонной. Если нарветесь на латов, отступайте. В бой не ввязываться. Я вас догоню. Все.

Он дождался, пока колонна пройдет мимо, и двинулся по узкой боковой улочке.

Потом Антонов никак не мог взять в толк, почему командованию вздумалось начать обстрел именно этой части города и именно в эту минуту. Нет, конечно, потом ему объяснили, что разведка донесла о появлении вражеских танков. Во всяком случае, одного танка. И у Антонова не было оснований этому объяснению не верить, тем более что он сам этот танк видел... В общем, как бы то ни было, но неожиданно все пришло в движение, потеряло твердые очертания, смазилось, словно стала исчезать сама реальность. И лишь когда справа возник остов трехэтажного дома с пустыми почернелыми окнами, а слева взгромоздилась бесформенная груда кирпичных обломков, адский грохот на несколько минут утих. И сразу, как только это произошло, из чудом уцелевшей подворотни прямо на танк Антонова выскочила женщина.

Водитель едва успел резко остановить машину, а женщина набросилась на танк с кулаками. Она надрывно кричала. И тогда Антонов совершил второй за этот день необъяснимый поступок: в бешенстве он вынырнул из люка и покрыл женщину матом. Ну, вот так, вместо того чтобы... Женщина оказалась латкой, но по-русски умела ругаться не хуже Антонова. Исполнив этот этюд, она срывающимся голосом потребовала:

— Поворачивай! И за мной!.. — И вдруг просящим голосом: — Давай, милый!

Окончательно ошалевший Антонов не нашелся что сказать. Поэтому просто велел водителю двигаться за женщиной. Но через минуту он уже все понял.

В подворотне, откуда выскочила эта женщина, рискуя попасть под гусеницы танка, жалась к стене кучка детишек. Их было пять или шесть. Все мальчишки и только одна девочка. Эта девочка почему-то особенно запомнилась Антонову. Она посмотрела ему прямо в глаза, и в ее взгляде он не увидел ни удивления, ни страха. То был спокойный, взрослый взгляд. Взгляд неребенка.

Антонов все понял. Оставлять детей здесь — безумие. Попробовать вывести их из района обстрела, прикрывая броней танка, — тоже безумие, но все же дающее шанс. Пусть так. И в нескольких словах объяснил женщине, что они должны делать, а именно: бежать, держась как можно ближе к броне.





Она поняла, и они двинулись. Но тут же все вокруг опять наполнилось адским грохотом.

Длилось это долго. Антонову все казалось, что, если машина прибавит ходу, детишки отстанут, и тогда огонь сметет их, уничтожит. Он был так сосредоточен на том, чтобы дети не отстали, что поначалу не заметил, как впереди, прямо по ходу их движения, появился тяжелый латский «балуодис».

Пушка «балуодиса» была направлена прямо в лицо Антонову и, казалось, уже готова плюнуть огнем. Танки остановились друг против друга. И тут вперед вышла женщина, а за ней потянулись дети. На прощание девочка снова поглядела Антонову прямо в глаза, и он вдруг понял: теперь все будет хорошо. Теперь эти дети выживут... Ну, пока так и выходило: женщина с детьми перешли под защиту «балуодиса», и латский танк попятился, пока не скрылся за грудой каких-то развалин.

Антонов с облегчением спустился на свое место и махнул водителю рукой: возвращаемся. Они развернулись и помчались обратно. И только тогда он вдруг осознал, что обстрел закончился.

Антонов присел рядом со спящим неподалеку от их танка Шалагиным, сорвал травинку и принялся ее грызть. На солнце налезло маленькое пухлое облачко, и они оказались на затененном островке среди золотистого моря света. Высокие травы с сиреневыми цветами гудели насекомыми, сухо трещали кузнечики.

— А я знаю, зачем война, — сказал Шалагин. Оказывается, он и не спал вовсе. — Вот мы воюем, — продолжил Шалагин. — Генералы придумывают стратегические планы, командиры отдают приказы, рядовые стреляют. А кончится все какой-нибудь малостью, которой никто и не заметит. — Он помолчал и задумчиво добавил: — А вот она-то и имела решающее значение.

— Как, как ты сказал? — Антонов даже перестал грызть свою травинку.

Кузнечик сорвался с его колена, в стороне качнулась сухая былинка, бабочка взмыла в небо и пропала в синеве, облачко наконец слезло с солнца, и воздух снова наполнился печным жаром. Но Антонов уже не замечал ничего вокруг, его целиком захватила новая мысль, почти видение.

...В старинном, очень красивом городке Резекне, что на пути к морю, живет себе девочка по имени, ну, скажем, Элзи. Живет себе, живет, и никто во всем ее маленьком мире не сомневается, что станет она красивой девушкой, познакомится с хорошим парнем с соседней улицы, выйдет замуж, родит двойню и, придет срок, неторопливо состарится и тихо угаснет в окружении любящих детей и внуков. А в это самое время на другом конце этой маленькой страны, где-нибудь в Лиенае или Вентспилсе, живет себе мальчик по имени, ну, пусть будет Виестур. И никогда бы эта девочка с этим мальчиком не встретилась, да вот зачем-то кому-то понадобилось, что-

бы они обязательно встретились. Может быть, должен родиться от них какой-нибудь там Авраам, который потом родит какого-то Исаака... И вот, может быть, именно только для того чтобы так и вышло, двинулись бронированные чудища, извергая магму войны. И именно для этого некий капитан Антонов, год назад из-за навета на него простреливший себе башку в старинном и не менее красивом городе Казани, а потом вынырнувший вдруг неведомым образом из небытия, помог этой девочке вместе с другими детьми выбраться из горящего Резекне в какой-нибудь распределительный пункт для беженцев, откуда эвакуируют их в тот самый Вентспилс, где и встретится она со своим ненаглядным Виестуром. И вот что еще достойно удивления: спасал-то ее Антонов из-под нашего же обстрела, а помогал ему враг. Ну, удивительно, согласитесь: кто же враг, а кто друг в этой войне, войне кого и с кем?

И пока Антонов размышлял обо всем этом, Шалагин достал из-под гимнастерки свою книжку без названия, открыл наугад и громко зачитал некую фразу — фразу без начала и без конца, лишённую, как казалось, всякого рационального смысла, но все-таки каким-то странным образом созвучную тому, что происходило сейчас:

— Сыны Израилевы опять стали делать злое пред очами Господа, и укрепил Господь Еглона, царя Моавитского, против Израильян, за то, что они делали злое пред очами Господа. И служили сыны Израилевы Еглону, царю Моавитскому, восемнадцать лет. Тогда возопили сыны Израилевы к Господу, и Господь воздвигнул им спасителя Аода, сына Геры, сына Иеминиева, который был левша... Левша, — повторил Шалагин и с удовольствием пошевелил ушами. — Тут опять вырвано, — сообщил он Антонову. — Дальше читаю... И сказал им: идите за мною, ибо предал Господь Бог врагов ваших Моавитян в руки ваши. И пошли за ним, и перехватили переправу через Иордан к Моаву, и не давали никому переходить. И побили в то время Моавитян около десяти тысяч человек, всех здоровых и сильных, и никто не убежал... — Шалагин запнулся, пошевелил ушами и удивленно повторил: — Никто не убежал!

Антонов смотрел на него и думал. Десять тысяч, думал он. Здоровых и сильных... Он вспомнил, как они перекрыли танками переправу через Зилупе и расстреливали из пулеметов латских мальчиков. Тогда тоже никто не убежал... А ведь могли, с сожалением подумал он. Расстреливали только тех, кто пытался переправиться. Эти мальчики могли бы просто отступить и остаться в живых. Но никто не убежал. Никто.

Шалагин еще раз перечитал это место, губы у него надуть, и он вдруг залился веселым мальчишеским смехом.

Антонов, глядя на него, улыбнулся.

Море, их ждало море.





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Вторая молодость старых обезьян

Победа над старостью — вечная мечта человечества. Чтобы реализовать ее, ученые неустанно исследуют изменения, происходящие в старческом организме, и пытаются их компенсировать. Особое внимание они обращают на гормональный статус, поскольку гормоны влияют на самочувствие. Оказывается, при старении в крови снижается содержание мелатонина — гормона, играющего ключевую роль в контроле биологических ритмов. Развитие возрастных нейродегенеративных изменений связывают именно со снижением синтеза мелатонина. Можно, конечно, в качестве замедлителя старения использовать и сам мелатонин, но при этом часто возникают неприятные побочные эффекты, в том числе образуются опухоли. Ученые НИИ медицинской приматологии РАН в Сочи и Санкт-Петербургского Института биорегуляции и геронтологии СЗО РАН задались целью найти вещество, стимулирующее синтез мелатонина, и сконструировали искусственный белковый препарат эпиталон, действие которого испытывали на самках макак-резусов.

Шесть обезьян были молоды (6–8 лет) и здоровы, а шестерым уже перевалило за двадцать, что для макак возраст весьма почтенный.

Из старых и молодых обезьян сформировали по две группы: контрольную и опытную. Строго в 9 часов утра им внутримышечно вводили либо эпиталон, либо физиологический раствор. Так продолжалось 10 дней, а затем в 9 и в 21 час у них брали кровь из вены. У старых контрольных животных мелатонина в крови оказалось в два раза меньше, чем у молодых, особенно заметна была разница в вечернее время. Введение эпиталона позволило повысить вечернюю концентрацию мелатонина у стареньких макак более чем в три раза. А на молодых обезьян, у которых с синтезом гормона все в порядке, эпиталон действия не оказал. Введение эпиталона восстановило в крови старушек и содержание другого гормона, кортизола. Так что с помощью эпиталона можно корректировать гормональный дисбаланс, формирующийся при старении, и нормализовать функции жизненно важных органов.

Н. Резник

Пишут, что...



...в научных учреждениях Российской академии сельскохозяйственных наук трудятся около 30 тыс. человек, в том числе 1177 докторов и 5524 кандидата наук («Достижения науки и техники АПК», 2201, № 2, с.8)...

...продолжительность обязательного школьного обучения в разных странах варьирует от 5 (в Колумбии) до 12 лет, например в Бельгии и Германии («Педагогика», 2001, № 2, с.85)...

...пока нет ответа на вопрос, каким образом мобильные генетические элементы (транспозоны) столь основательно закрепились в геноме высших эукариот («Молекулярная биология», 2001, № 2, с.196)...

...железные ядра Земли и Луны формировались одновременно, а потом более массивная Земля стала «вычерпывать» из окружающего пространства летучие компоненты, особенно H_2O , из-за чего Луна оказалась обедненной ими («Петрология», 2001, № 2, с.115)...

...в центре Земли температура достигает 6140 К («Физика Земли», 2001, № 3, с.71)...

...на собаках и обезьянах показано, что тяжесть лучевой болезни при больших дозах облучения можно прогнозировать по ранней реакции организма на воздействие («Радиационная биология и радиоэкология», 2001, № 2, с.165)...

...в Китае из углеродных нанотрубок при давлении в 4,5 ГПа и температуре 1300 °С синтезировали алмаз («Известия вузов. Физика», 2001, № 2, с.54)...

...плотность водорода, адсорбированного на углеродных нанонитях, значительно больше плотности и жидкого, и твердого молекулярного водорода и сравнима с плотностью простых металлов («Поверхность», 2001, № 4, с.9)...

...существует примерно 1,5 млн. видов грибов — больше видов только у насекомых («Прикладная биохимия и микробиология», 2001, № 2, с.141)...

Пишут, что...



...зрительная система человека способна работать в диапазоне освещенностей, охватывающем более десяти порядков («Сенсорные системы», 2001, № 2, с.101)...

...каждый год от бешенства в мире (преимущественно в странах Азии) гибнет около 50 000 человек («Вопросы вирусологии», 2001, № 2, с.8)...

...площадь территории Мехико с 1940-го по 1990 г. возросла со 130 до 1259 км², а Москва за то же время расширилась с 326 до 994 км² («Вестник РАН», 2001, № 4, с.298)...

...в Москве ежегодно образуется 13–13,5 млн. т различных отходов, из них строительных — около 1,9 млн. т («Строительная техника», 2001, № 4, с.37)...

...в Венгрии изготовлен пропеллер диаметром всего 0,5 мкм, который вращается от давления света лазерного излучения («Applied Physics Letters», 2001, т.78, с.249)...

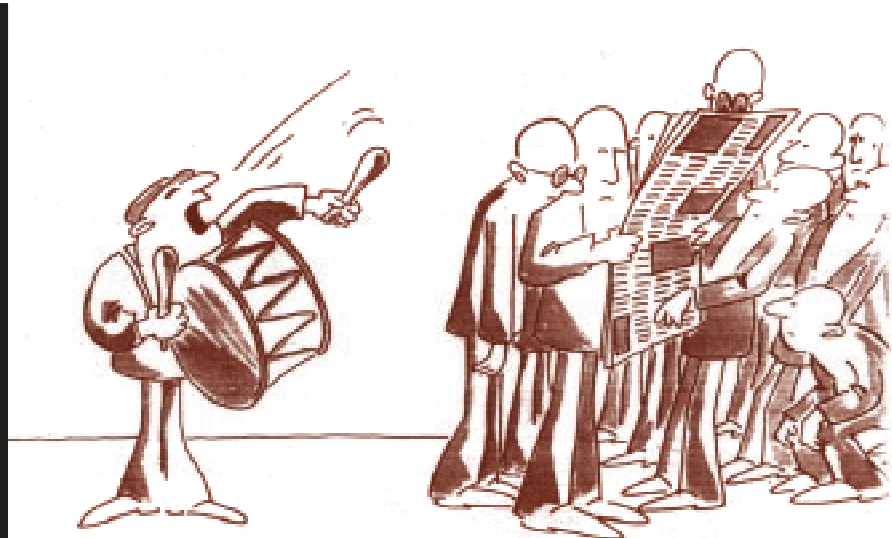
... возможно, черные дыры — наиболее фантастическая из всех концепций, созданных человеческим разумом («Успехи физических наук», 2001, № 3, с.307)...

...объем мирового рынка наукоемкой продукции составляет сейчас 2300 млрд. долларов, доля России в нем — 0,3% («НГ-наука», 23 мая 2001 г., с.11)...

...компания «Celera Genetics» объявила, что расшифровала геномы трех линий мышей, каждый из которых содержит 2,6 млрд. пар оснований (в геноме человека — 2,9 млрд.) («Nature», 2001, т.411, с.8)...

...клонированные организмы будут отличаться деталями квазифрактальных морфологических структур — сетей сосудов и нейронов, поскольку они не закодированы в геноме («Вестник ДО РАН», 2001, № 2, с.79)...

...человечество как биологический вид завершило свою эволюцию, и для него полезных мутаций быть уже не может («Общественные науки и современность», 2001, № 2, с.45)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Берегите детей от шума

Совместные исследования американских и европейских специалистов показали, что даже очень негромкий, но постоянный шум транспорта может быть причиной стресса, повышенного давления и учащенного сердцебиения у детей.

Эксперты проанализировали данные о 115 учащихся четвертых классов австрийских школ. При этом принимались во внимание и семейные факторы — уровень образования родителей, их семейное положение, размер семьи и жилищные условия. Половина детей жила в довольно тихих районах с уровнем шума ниже 50 дБ (что соответствует шуму сушильной машины для одежды). Другая половина — в более шумных пригородах (более 60 дБ, уровень шума посудомоечной машины или разговора на повышенных тонах).

Гэри Эванс, международный эксперт по проблемам стресса, вызванного неблагоприятными факторами окружающей среды, так комментирует полученные результаты: «Мы обнаружили, что даже очень низкий уровень шума может стать причиной стресса, так как дает толчок многим психофизиологическим факторам, «запускает» симптомы беспокойства и нервозности, снижает мотивацию». Особенно подвержены снижению мотивации девочки, у которых под действием шума, не поддающегося их контролю, может возникнуть чувство безнадежности.

Дети из шумных пригородов страдают повышенным систолическим давлением, учащенным сердцебиением, а также увеличением концентрации гормона кортизола. Все это признаки среднего стресса. Повышенное давление в детстве предопределяет его и в будущем. Чрезмерная выработка гормонов также связана со многими «взрослыми» заболеваниями (по сообщению агентства «EurekAlert!» от 24.05.2001).

Ученый и до этого утверждал, что шум влияет на здоровье и способность к обучению.

Заметим, что уровень шума в типичном американском жилом пригороде — от 55 до 77 дБ. Между тем, продолжительное воздействие 85 дБ может стать причиной потери слуха.

Е.Сутоцкая



На подходе



САШЕ ОСИПОВУ, Санкт-Петербург: *Из лишайников, растущих на территории России, насколько нам известно, лакмус не получают, зато желтый пигмент лишайника стеной золотянки (ксантории постенной), как пишут старые справочники, под действием КОН превращается в ярко-красный, а вот при каком рН — попробуйте определить сами.*

А.Д.ХОХЛОВОЙ, Кемерово: *Чтобы очки для подводного плавания не запотевали, проще и безопаснее всего окунуть их в воду перед тем, как надеть.*

В.П.РЫЖОВУ, Москва: *Даже съедобные морские моллюски, такие, как мидии и устрицы, могут накапливать токсины съеденных ими одноклеточных жгутиковых (причем эти токсины при варке не разрушаются) или содержать патогенную микрофлору; поэтому не рекомендуется собирать моллюсков в загрязненной воде и в период «цветения» водоема (когда вода окрашена в желтоватый или красноватый цвет).*

З.В.АСТАХОВОЙ, Санкт-Петербург: *Караты применительно к сплавам означают меру содержания драгоценного металла; чистое золото — 24 карата, значит, 14 каратов соответствуют 583 пробы, означающей, что доля золота в сплаве равна 0,583 ($14/24=0,583$).*

А.Н.ЛАРИОНОВУ, Суздаль: *Пирофорный сплав, из которого делают кремни для зажигалок, содержит 66% церия, 8% лантана, 25% железа и по 0,5% магния и меди.*

И.Г.БЕРТОШУ, Москва: *Если лабораторные исследования показали небольшое превышение концентрации аммиака (иона аммония) в воде, эту воду желательно перед употреблением прокипятить, чтобы аммиак улетучился.*

Н.Н.СЕМЕНОВУ, Тула: *Газета «Мир новостей» не то чтобы совсем права — молекулу ДНК иногда можно видеть под микроскопом, другое дело, что отдельных нуклеотидов в электронный микроскоп не увидишь, сколько ни смотри; порядок «букв» в ДНК определяют с помощью методики, известной под названием «секвенирование», от англ. *sequence* — последовательность.*

бомба-



невynosимого запаха сердце начинает бешено колотиться, мысли путаются, невозможно дышать и говорить. И хочется только одного — бежать немедленно и как можно дальше.

Все будет именно так, если ученым США удастся наконец сделать superbомбу-вонючку. Цель такого оружия — не убивать и не калечить, а вызвать страх и панику, которые заставят всех без исключения бежать. Разработка бомбы — это часть Программы нелетального оружия Пентагона. Такое оружие нужно не только для того, чтобы обращать в бегство войска неприятеля и создавать мертвые зоны вокруг военных объектов. Оно может пригодиться миротворческим силам в зонах конфликтов и полиции. Стопроцентная эффективность и при этом ни одной жертвы — поистине неоценимый результат.

Военные специалисты давно пытаются решить эту задачу, но лишь однажды им удалось приблизиться к успеху. Во время Второй мировой войны в Европе выпустили оружие с претенциозным названием «Кто я?». Это была ядовитая жидкость с отвратительным запахом гниющего мусора, полжавшего некоторое время на солнце. Французское Сопротивление должно было опрыскивать ею немецких офицеров, чтобы они мерзко воняли и потому чувствовали себя глубоко униженными. Но все оказалось не так гладко: «Кто



Вдох неприятного запаха активирует особую часть лимбической системы, амигдалу или, по-русски, миндалину — пару маленьких, миндалевидных кусочков ткани глубоко в мозге. Исследования на животных позволили предположить, что левая амигдала чрезвычайно остро реагирует, если животное видит, слышит или вдыхает что-нибудь опасное, и играет большую роль в формировании страха. Ученые утверждают, что страх и запах — тесно связаны, и эту связь человек унаследовал от животных. Очень ценное наследство, ведь именно запах предупреждал о еде или об опасности. Ученые Медицинского центра по делам ветеранов в Миннеаполисе (США) обнаружили, что с помощью даже легкого неприятного запаха они могут вывести амигдалу из равновесия. Исследователи экспериментировали на добровольцах, давая им нюхать коктейль из серосодержащих газов и одновременно сканируя их мозг. Испытуемые чувствовали сильное напряжение, неприязнь и страх. И чем больший страх они ощущали, тем активнее становилась их левая амигдала.

таты оказались обескураживающими. Запахи, которые одним казались ужасными, у других не вызывали особых возражений. Так случилось с горелым волосом и запахом рвотной массы. Правда, на одну адскую смесь реакция была единодушной — это имитация аромата сточных вод. И лишь у горожан она вызывала чувство страха.

И все-таки исследователям удалось найти два запаха, которые преодолели этнический барьер. Первый — «Обычная вонь ванной комнаты» — это специальная смесь, придуманная для того, чтобы проверять эффективность дезодорирующих и чистящих средств. Как говорит Делтон, она очень едко пахнет, а точнее, она пахнет фекалиями, только неизмеримо сильнее. Запах настолько отвратительный, что некоторые добровольцы, вдохнув такую вонючку, тут же начинали негодовать. Несмотря на то что этот запах абсолютно безвреден, все испытуемые были убеждены, что он вреден для здоровья.

Второй кандидат на титул самого вонючего запаха в мире — модификация оружия «Кто я?». Этот классический букет богат мерзко пахнущими молекулами с серными связями, и заранее известно, что реакция на него будет крайне негативная. Важно только, чтобы в нем чувствовался аромат испорченной еды или разложившегося трупа.

Как говорит Делтон ни один из этих запахов сам по себе, вероятно, не станет основой бомбы-вонючки, но вот их сочетание Комбинация двух самых вонючих запахов на земле должна действовать на всех людей без исключения. А главное — должна получиться совершенно незнакомая вонь, которая вызовет страх.

Даже если этот запах будет создан, останется еще много технических проблем. Например, как эффективно доставить вонючку точно по назначению, чтобы не получилось как с жидкостью «Кто я?». Однако Делтон предполагает, что, когда мерзкий запах будет готов, химики смогут придать ему необходимые физические свойства. Пока же ученые решают другую задачу — определяют пропорцию, в которой надо смешивать эти два супервонючих запаха. И когда они закончат работу, не останется ли Пэм Делтон в одиночестве? Вряд ли ее коллеги смогут выдержать такое «амбре».

По материалам
журнала «New Scientist»

В.Благутина

-ВОНЮЧКА



В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

я?» был слишком летуч, и попадал на всех подряд, включая исполнителей. Сейчас созданием супервонючего запаха занимается Пэм Делтон — психолог из Филадельфии.

А может ли вообще невыносимый запах обратить человека в бегство? Некоторые неприятные запахи уже нашли свое применение: например в США придорожные ели защищают от новогодних воришек, обрабатывая деревья смесью, в состав которой входит лисья моча. На холоде запах чуть различим, но в теплом помещении становится невыносимым. Еще одна фирма даже собирается продавать пахнущий рвотной массой холодильник, чтобы удержать сидящих на диете людей от лишней еды. Но все-таки неприятный запах — это одно, а страх — совсем другое. Оружие, о котором идет речь, должно вызывать очень сильные эмоции — ужас. Оказывается, эта задача вполне выполнима.

Конечно, наша реакция на запах зависит от того, узнаем ли мы его и какие ассоциации он у нас вызывает. Незнакомый запах скорее вызовет панику, чем неприятный, но узнаваемый. Именно этого и добивается Пэм Делтон. Вопрос в том, как найти запах, который будет отвратителен для всех. Люди разных культур могут реагировать по-разному. Например, для жителей Юго-Восточной Азии запах тошнотворного фрукта дуриан — обещание чего-то восхитительного. У других людей он вызывает тошнотворные спазмы в желудке. Ученые протестировали целую серию запахов на пяти группах добровольцев разного этнического происхождения: белых, афро-американцах, азиатах и некоторых других. Результаты таковы — чем отвратительнее запах, тем более затруднено дыхание у испытуемых, тем сильнее бьется сердце, чаще спазмы в желудке. Но в целом резуль-



30 октября - 2 ноября 2001

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
Шуваловский Дворец**

наб. р. Фонтанки, д. 21

КОНГРЕСС ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ПРОГРАММЕ КОНГРЕССА: ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ, ТЕМАТИЧЕСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ,
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ ПО РАЗЛИЧНЫМ АСПЕКТАМ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Группы элементов

**ОСНОВНЫЕ
ТЕМАТИЧЕСКИЕ
РАЗДЕЛЫ КОНГРЕССА**

- Новые продукты и технологии в химическом производстве
- Химическое машиностроение
- Лабораторное оборудование, приборы, средства автоматизации и управления химическими процессами
- Экология и промышленная безопасность в химическом производстве
- Химические продукты для агропромышленного комплекса
- Товары бытовой химии
- Лакокрасочные материалы и пигменты
- Полимерные композиционные материалы

Одновременно пройдут выставки:

**ХИМЭКСПО, БЫТОВАЯ ХИМИЯ, ПЛАСТЭКСПО
ЛАКИ. КРАСКИ**

Организаторы:

Министерство промышленности, науки и технологий РФ, Администрация Санкт-Петербурга, "Российский научный центр "Прикладная химия", Северо-Западное отделение Научного совета РАН по основам химической технологии, Санкт-Петербургское отделение Российского химического общества им. Д.И.Менделеева, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), "НИИ синтетического каучука им. академика С.В.Лебедева", Международная ассоциация производителей и потребителей лакокрасочных материалов и пигментов, Объединение Российских лакокрасочных предприятий "Центрлак", Выставочное объединение "Рестэк"



РЕСТЭК
ВЫСТАВОЧНОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ

Тел.: (812) 320 9660, 320 8091,

Факс: (812) 320 8090

E-mail: chem@restec.spb.su

<http://www.restec.ru>