



XXI век

Ж

10
2001

ЖИЗНИ И ВРЕМЕНИ







10

2001

Химия и жизнь—XXI век

Ежемесячный
научно-популярный
журнал

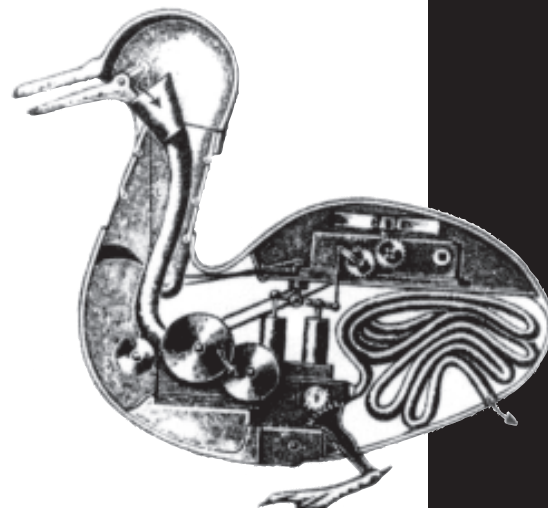
*Каждый способен
изобрести план,
который не сработает.*

Закон Хоу



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
к статье «Перелетные рыбки»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Жана Миро «Люди с собакой на Солнце»
Одно лицо моря — ласковое и солнечное,
другое — мрачное, почти безжизненное.
Второе такое же важное, как и первое.
Читайте об этом в статье «Два лика
гидросферы»*





СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:
Компания «РОСПРОМ»
 М.Ю.Додонов
Московский Комитет образования
 А.Л.Семенов, В.А.Носкин
Институт новых технологий образования
 Е.И.Булин-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 19.09.2001
 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 Интернете по адресам:
<http://www.chem.msu.ru:8081/rus/journals/chelife/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
 (рассылка — «Центрпресс», тел. 456-86-01)
 в Объединенном каталоге
 «Вся пресса» — 88763 и 88764
 (рассылка — «АРЗИ», тел. 443-61-60)

© Издательство научно-популярной литературы «Химия и жизнь»

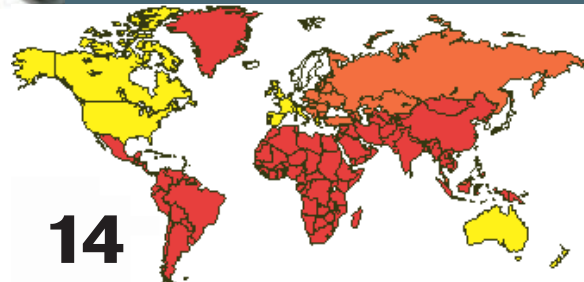
При поддержке
 Института «Открытое общество»
 (Фонд Сороса). Россия»

8



Корпус самых точных часов сплетен из лазерных лучей и магнитных полей. В основе их работы лежит множество открытий. А началось все после того, как Колумб нашел путь к Индийским Землям.

Химия и жизнь — XXI век



14

Сегодня идентифицированы семь типов вирусного гепатита, распространенных по всему земному шару: А, В, С, D, E, F и G. И, судя по всему, это еще не окончательный список.

ИНФОРМАУКА

КАК ОЦЕНИТЬ УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ НАУКИ?	4
ОТПЕЧАТКИ ПАЛЬЦЕВ НЕФТИ	4
СЕРДЦЕ, ТЕБЕ НЕ ХОЧЕТСЯ ПОКОЯ?	5
УРОЖАЙ ЗЕРНА МОЖНО УВЕЛИЧИТЬ ЕЩЕ НА 20%	5
СОБОЛИНЫЙ КРАЙ — СИБИРЬ	6
УЛИТКА — ДОНОР МОЗГОВ	6
КЛИН КЛИНОМ ВЫШИБАЮТ	7

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

С.М.Комаров	
ТОЧНЫЕ ЧАСЫ ИЗ СВЕРХХОЛОДНОГО МИРА	8

БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Е.Клещенко	
О ГЕПАТИТАХ	14

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

О.Ю.Соколов, Н.В.Кост	
ЛЕКАРСТВО ДЛЯ МЕЛАНХОЛИКОВ	20
ОПРОСНИК ПО ЛИЧНОСТИ (ТЕСТ АЙЗЕНКА)	24

В.Благутина	
РЕВОЛЮЦИЯ В НАУКЕ О ЛИЧНОСТИ	26

РАЗМЫШЛЕНИЯ

С.В.Багоцкий	
УМНЫЕ ТЕСТЫ	28

РАЗМЫШЛЕНИЯ

С.Д.Хайтун	
НУЖНЫ «ФАБРИКИ ХОЛОДА»	36

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Д.Я.Фащук, С.И.Шапоренко	
ДВА ЛИКА ГИДРОСФЕРЫ	38

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

В.Артамонова	
ПЕРЕЛЕТНЫЕ РЫБКИ	45

Что будет с сердцем кролика, которому не дают двигаться? Как точно определить, из какого месторождения взята нефть? Можно ли оценить уровень развития науки и каков он в России? На эти вопросы отвечают материалы «ИнформНауки».

О тестах, главное назначение которых — не столько контроль и диагностика уровня знаний, сколько обучение.

Что мы знаем и чего не знаем о Черном море после 100 лет его исследования.

Об уникальной коллекции керамики Московского государственного университета инженерной экологии.



О том, как М.В.Ломоносов пытался внедрить в производство разработанные им составы для изготовления цветных стекол — смальты.



Есть много примеров того, когда постепенное накопление знаний делает открытие неизбежным. Оно буквально висит в воздухе, вопрос лишь в том, кому первому посчастливится сорвать созревший плод.

Темперамент подчиняется законам биохимии, а биохимия — законам химии, точнее, кинетики реакций. Определите свой темперамент по тесту Айзенков (с. 24). Если вы меланхолик, то радуйтесь, хотя это меланхоликам трудно: для вас придумано лекарство, которое поможет в непростой ситуации.



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

А.Н.Кузнецов

О ВРЕМЕНА, О НРАВЫ! 48

ПОРТРЕТЫ

М.Левицкий

ОТКРЫТИЯ И СУДЬБЫ 53

А.Р.ЖДАНОВ, Р.И.ЖДАНОВ

ОЧЕРКИ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЛАТЕЛИИ 53

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

В.А.Любартович

КЕРАМИКА АБРАМЦЕВА В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ 62

АРХИВ

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ МОЗАИЧНОГО ДЕЛАЕЛА

(ПЕРЕПИСКА М.В.ЛОМОНОСОВА С КАЗЕННЫМИ ИНСТАНЦИЯМИ) 67

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

А.Ф.Бочков

ТЕОРИЯ ФЛОГИСТОНА — ГЕНИАЛЬНАЯ ДОГАДКА 72

ФАНТАСТИКА

А.Матях

МИДАС ЧЕТВЕРТОГО РАЗЯДА 74

ТЕХНОЛОГИЯ

В.Благутина

МАШИНА БЕЗ РУЛЯ И ПЕДАЛЕЙ 80

НОВОСТИ НАУКИ 12

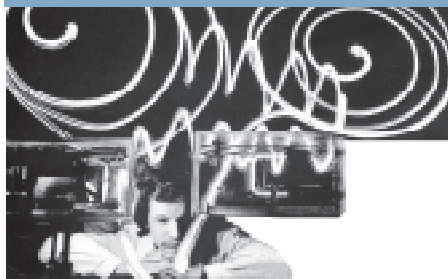
РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 34

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ 58

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 78

ПИШУТ, ЧТО... 78

ПЕРЕПИСКА 80



Как оценить уровень развития науки?

Ученые из МГУ им. М.В.Ломоносова предложили методику, с помощью которой можно достаточно полно и объективно оценить уровень развития науки в любой стране и определить ее место в мировой научной системе.

Согласно расчетам американских исследователей, именно уровень развития науки и связанные с ним технические инновации обеспечили примерно 9/10 роста производительности труда в США (1909–1949) и в ФРГ (1950–1956) и стали основой современного благосостояния и высокого жизненного уровня населения. Но как поточнее оценить этот фактор и объективно определить место той или иной страны в мировой научной системе? Ю.Ю.Ковалев, сотрудник кафедры географии МГУ им. М.В.Ломоносова, с коллегами предложили методику ранжирования стран. Причем ученые выбрали для исследования только те страны, которые имели весь комплекс статистических показателей за последнее десятилетие XX века. К сожалению, их набралось всего 57.

Вообще, измерять параметры науки очень сложно, и связано это с самой природой науки. Ведь научный продукт, идеи, невозможно измерить количественно и качественно и выявить их прямую взаимосвязь с социально-экономическими процессами. Поэтому ученым приходится оперировать числовыми характеристиками, отражающими сферу науки как особый вид деятельности человека, а не как совокупность знаний.

Так в чем же заключалась методика? Ученые рассматривали науку как систему с «входом» и «выходом» и соответственно все показатели разделили на две группы. «Вход» — это ресурсные показатели: число ученых и инженеров на тысячу населения; расходы на НИОКР в расчете на одного жителя страны и на

одного исследователя (в долларах); доля финансовых отчислений на НИОКР от валового продукта страны (в %). «Выход» — это показатели эффективности науки: количество публикаций на тысячу жителей, а также ученых и инженеров; число заявок от резидентов на выдачу патентов на тысячу жителей страны, а также тысячи ученых и инженеров; доля высокотехнологичной продукции в общем экспорте страны; число компьютеров на тысячу жителей.

Чтобы работать с этими данными, ученые использовали оценочный алгоритм В.С.Тикунова. В результате для каждой страны был вычислен итоговый показатель (от 0 до 1), и все рассмотренные страны удалось разделить на три группы.

Первая группа — страны с высоким уровнем развития науки (с показателем от 0 до 1,0). Их набралось двадцать: Швеция (1,0), Швейцария (0,923), Япония (0,9139), США (0,8342), Дания (0,7594), Нидерланды (0,7314), Финляндия (0,7230), Великобритания (0,7141), Израиль (0,7015), ФРГ (0,6919), Австралия (0,6858), Франция (0,6580), Республика Корея (0,6541), Норвегия (0,6471), Сингапур (0,6468), Канада (0,6395), Бельгия (0,6377), Австрия (0,6018), Новая Зеландия (0,5452), Ирландия (0,5173). США, Япония, ФРГ, Великобритания, Франция отличаются высокими расходами на науку: на их долю приходится около 80% мировых затрат. Причем в этих государствах исследование в большей степени финансирует частный капитал. Что же касается Швеции и Швейцарии, то расчеты показывают, что наука в этих странах самая эффективная. А наиболее фундаментальна наука в ФРГ, Франции и Израиле. Здесь затраты на теоретические исследования превышают 20% всех расходов на НИОКР. Кстати, Республика Корея отличается тем, что доля частного капитала в науке здесь самая большая в мире — 82%.

Вторая группа — страны со средним уровнем развития науки (с показателями от 0,51 до 0,11). В эту группу входит подавляющее большинство стран мира, включая Россию (показатель 0,1819). В этих странах преобладает государственное финансирование, причем явно недостаточное. Отсутствие частного капитала в науке объясняется не только системой ее организации, но и низкой долей наукоемких производств в этих государствах.

Наконец, в третью группу стран с низким уровнем развития науки (с показателем менее 0,11) попали 12 государств — Индия, Китай, Таджикистан, Узбекистан, Вьетнам, Уругвай, Эквадор, Египет, Боливия, Нигерия, Шри-Ланка, Бенин.

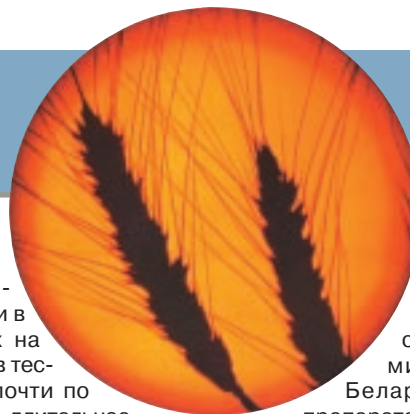
Отпечатки пальцев нефти

Кто разлил нефть? Это не праздный вопрос, когда ущерб от разлива велик. Схватить виновника за руку и доказать, что нагадил именно он, очень трудно. Поэтому идентификация источников нефтяных загрязнений по-прежнему остается болезненной природоохранной проблемой мирового уровня. Но кажется, стараниями российских ученых из Санкт-Петербургского государственного технологического института и Всероссийского научно-исследовательского института метрологии им. Д.И.Менделеева проблема прояснилась, во всяком случае — для Ханты-Мансийского автономного округа.

Более половины всей нефти в России добывают именно в этом округе, около 160–170 млн. тонн. Здесь земля буквально напичкана нефтяными месторождениями, а многочисленные скважины расположены достаточно близко друг от друга. Разумеется, неизбежно происходят аварии на нефтепроводах, нефть разливается водой, и выявить источник загрязнения очень сложно. Вот если бы у нефти каждого месторождения был бы свой, индивидуальный, портрет, то тогда пробы нефтяных загрязнений можно было бы сравнивать с портретами месторождений и находить источник. Именно эту задачу для Ханты-Мансийского автономного округа впервые попытались решить ученые.

Они исследовали пробы нефти шести месторождений (Алехинского, Лянторского, Приразломного, Приобского, Краснотеннинского, Трехозерного), а также пробы грунта и воды, загрязненные этими продуктами. Чтобы выявить достоверные различия в составе образцов, ученые пустили в ход все современные аналитические методы: капиллярную газожидкостную хроматографию, хромато-масс-спектрометрию, ИК-Фурье-спектрометрию и гамма-спектрометрию. Кстати, два первых метода наиболее часто используют при решении подобных аналитических задач.

Что же показали результаты? Оказалось, что два первых метода почти не различают пробы различной нефти, для них все они на одно лицо. Это, конечно, понятно, все-таки месторождения зале-



гают по соседству, и состав нефти действительно отличается незначительно. Но задача как раз и заключалась в том, чтобы надежно их различить. И здесь ученым преподнесла подарок гамма-спектрометрия, отслеживающая в пробах радиоактивные изотопы.

Действительно, все месторождения залегают в разных породах, и отличаются они, прежде всего, составом природных радионуклидов. Оказывается, характерный состав радионуклидов разных пород передается и залегающей в них нефти. Он индивидуален и может служить своего рода ее радиационным отпечатком. Результаты анализов, выполненных с помощью гамма-спектрометрии, подтвердили это предположение: все шесть проб, то есть все шесть месторождений, достоверно и явно отличались друг от друга по составу радионуклидов: таллия-208, висмута-212, свинца-212, актиния-228, висмута-214, свинца-214 и калия-40. И хотя суммарно содержание радиоактивных изотопов в нефти Ханты-Мансийского региона невелико, гамма-спектрометрия позволяет надежно отличать пробы нефти из разных месторождений, а значит, и находить источники загрязнения после анализа его пробы.

Авторы исследования считают, что этот метод будет особенно полезен в тех случаях, когда в нефтяном загрязнении виновны сразу два и более нефтяных источника.

Сердце, тебе не хочется покоя?

Чтобы сердце не болело, надо двигаться. Эту истину, очевидную для врачей, еще раз подтвердили ученые из Института клинической кардиологии им. А.А. Мясникова МЗ РФ, которые исследовали сердечную мышцу кроликов под электронным микроскопом.

Движение — это жизнь, что в очередной раз было доказано исследованиями московских ученых из Института клинической кардиологии. Физиологи и врачи знают, что гиподинамия может стать причиной расстройства любой системы организма, но больше всего страдает сердце. У людей, ведущих малоподвижный образ жизни, чаще возникают сердечно-сосудистые заболевания. Но что происходит с сердечной тканью при гиподинамии и почему сердце начинает плохо работать?

Ученые решили это выяснить на уровне клеточной архитектоники, исследуя с

помощью электронного микроскопа сердечную мышцу (миокард) кроликов, которых ограничили в движении. Для этого их на целых 70 суток помещали в тесную клетку, сделанную почти по размерам туловища. Столь длительное содержание без движения любое животное приводит к так называемому иммобилизационному стрессу. После этого животные умерщ-вляли введением новокаина в вену и из их миокарда готовили препараты для рассматривания в электронный микроскоп. Контрольную группу составляли кролики, жившие в нормальных условиях.

Прежде всего ученые обратили внимание, что в мышечных клетках миокарда обездвиженных кроликов, по сравнению с контрольными, увеличивалось число вакуолей и гранул. Это обычно происходит с клетками, которые находятся в состоянии длительного покоя, но не активной работы. Некоторые миофибриллы — волокна, благодаря которым мышечная клетка сокращается, атрофировались. Между клетками изменилось строение контактов, которые обеспечивают их взаимодействие друг с другом. Эти перемены показывают, что сократительные функции, по крайней мере, части мышечных клеток ухудшились. Изменения затронули и нервные окончания вблизи мышечных волокон, и кровеносные капилляры, питающие клетки миокарда. В капиллярах ученые обнаружили, что некоторые клетки стенок прорастают внутрь, уменьшая просвет сосудов. Интересно, что именно такие нарушения возникают при болезнях сердца.

Урожай зерна можно увеличить еще на 20%

Небывалый урожай зерновых, собранный в этом году в России, мог быть еще на 20% больше, если бы на полях фермеры применяли препарат, изобретенный белорусскими учеными.

Люди стремятся получать высокие урожаи, но достичь желаемого постоянно что-то мешает. Например, злаком не хватает азота. Приходится использовать минеральные азотные удобрения, а это дорого и вредно для экологической обстановки. Хорошо бы использовать для подкормки злаков азот из воздуха. Фик-

сировать атмосферный азот умеют только бактерии; их-то и использовали сотрудники Института микробиологии НАН

Беларуси для создания препарата ризобактерин. Этот препарат в среднем на 23% повышает урожайность зерновых культур и на треть снижает потребность в минеральных азотных удобрениях.

Не всякий азотфиксирующий микроорганизм подойдет для создания препарата. Это должна быть почвенная бактерия, способная заселить поверхность корней — образовывать ассоциации с растениями. Ассоциативные бактерии могут повышать продуктивность растений, не только фиксируя азот, но и синтезируя ростовые вещества или подавляя развитие корневых вредителей. Создать сельскохозяйственный бактериальный препарат в СССР пробовали еще в 60-е годы, но тогда попытка закончилась неудачей. Минским ученым повезло больше.

Они выделили из прикорневой зоны ячменя замечательный штамм почвенной азотфиксирующей бактерии клебсиеллы, из которого и готовят ризобактерин. Собственно говоря, препарат представляет собой суспензию бактерий, выращенных при определенных условиях, которые несложно соблюсти. Применять ризобактерин тоже просто — перед посевом семян надо обработать разведенным препаратом. 200 мл ризобактерина (в 1 мл не меньше миллиарда живых клебсиелл) разбавляют водопроводной водой до 10 л, и этой дозы хватает на гектарную порцию семян.

Ризобактерин прошел двухлетние полевые испытания на культурах ярового ячменя и озимой ржи на экспериментальной базе «Жодино» БелНИИ земледелия и кормов. Об эффективности препарата испытатели судили в основном по прибавке урожая. Для разных сортов она составила от 3,5 до 11,5 центнеров с гектара, при том, что вместо 90 кг минерального азота на гектар можно вносить 60. По подсчетам специалистов, в масштабах Белоруссии применение ризобактерина может дать дополнительно более 11 млн. центнеров экологически чистой продукции зерновых и сократит закупки минеральных азотных удобрений.

Ризобактерин не только снабжает растения азотом, но и активно синтезирует индолилуксусную кислоту — ростовой гормон растений, а также отпугивает некоторые фитопатогенные грибки. В общем, замечательный получился препарат, потому и рекомендован к производству Министерством здравоохранения Беларуси и Республиканским центром гигиены и эпидемиологии.



Соболиный край — Сибирь

В прошлом веке популяция соболя на северо-востоке Сибири стараниями людей была уничтожена, теперь же их стараниями она восстановлена. К такому приятному выводу пришли ученые из Института биологических проблем Севера ДВО РАН, проанализировавшие результаты уникального биологического эксперимента, который продолжался несколько десятилетий.



Роскошные соболиные меха из России всегда были в цене, поэтому это животное безоглядно истребляли. В начале XIX века ареал соболя на северо-востоке Сибири был сплошным и на юго-западе сливался с якутским. По сути дела, соболь обитал на территории всей лиственничной тайги. Однако и промыслили его здесь нещадно. Результаты сильного промышленного пресса не замедлили сказаться: к концу XIX века этот вид полностью исчез на территории крайнего северо-востока Сибири.

Однако в пятидесятые годы XX века ученые задались целью вернуть соболя в Сибирь и занялись его искусственным расселением. В 1951–1958 гг. в Магаданской области и Пенжинском районе Камчатской области было выпущено 1089 соболей, которых отловили на Камчатке и в Верхне-Буреинском районе Хабаровского края. Сегодня ученые из Института биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, подводят итоги почти пятидесятилетнего эксперимента. Материал, собранный в экспедициях последних лет, позволил биологам сделать радужный прогноз.

Выслеживание соболей — работа непростая. Ученым пришлось отмахать в экспедициях 200 км маршрутов пешим ходом и 2700 км — на снегоходе «Буран», чтобы наиболее полно учесть соболиное население. Причем делать это надо было вокруг 12 пунктов региона, где в пятидесятые годы выпустили соболей, привезенных из дальних мест. И каждую из 12 микропопуляций надо было тщательно изучить. Биологам пришлось анализировать промысловые выборки, чтобы знать возраст соболей и плодовитость самок. Кроме того, в дело пошли архивные материалы, отчетные данные Магаданского управления охотничьего хозяйства, а также результаты опроса охотников и местного населения. И вот какая получилась картина.

Двенадцать микропопуляций, сформировавшиеся в первые десятилетия после заброски соболя вокруг каждого пункта десанта, теперь слились и преврати-

лись в один мощный ареал обитания, который, судя по всему, уже превосходит по площади тот, что был в начале XIX века. В первую очередь зверьки освоили пойменные и припойменные высокоствольные лиственничники с кустарниковым ярусом из кедрового стланика, ивняков, березки, шиповника и смородины. Здесь плотность их населения составляет 1,0–2,5 экз. на 1000 га. С несколько меньшей плотностью, 0,5–1,5 экз. на 1000 га, соболь населяет пойменные тополево-чозениевые леса с кустарниками, а также лиственничные редколесья на террасах и пологих склонах речных долин. Общее поголовье соболя на северо-востоке Сибири достигло 40–45 тысяч особей.

Судя по всему, соболю здесь хорошо. Во всяком случае, проблем с едой нет. Они питаются полевками, северной пищухой и белками, белой куропаткой и рябчиками. А по ранней весне откапывают из-под снега трупы отнерестившихся лососевых. На десерт они предпочитают кедровые орешки, плоды шиповника и всякие ягоды: бруснику, голубику, красную и черную смородину, рябину. И конкурировать им за эту еду в Сибири почти что не с кем.

С размножением и возрастным составом здесь тоже все в порядке. Соотношение самцов и самок вполне здоровое — 1:1, средняя плодовитость самки — 4 детеныша. В отличие от человеческой, в соболиной популяции стариков мало, зато много молодежи. А основное ядро популяции составляют зверьки от года до пяти лет. Интересно, что продолжительность жизни соболей выше у самцов, чем у самок, — 12–13 лет и 6–10 лет.

Соболь, завезенный из разных мест, за эти годы перемешался, и теперь на северо-востоке Сибири обитает гибридная и адаптировавшаяся к местным условиям популяция соболя средних размеров со сравнительно высоким качеством меха. Промысловая ценность этого региона, по мнению ученых, возрастает год от года. В последние пять лет здесь каждый год добывают 6–7 тысяч

шкурки, а среднегодовые заготовки составляют 14–20% от предпромысловой численности. Беда в том, что угодя осваиваются охотниками неравномерно. Если эту ситуацию исправить, то промысел соболя на крайнем северо-востоке Сибири имеет большие перспективы. Ученые считают, что эксперимент по ре-акклиматизации соболя, начатый в 50-е годы, завершился удачно.

Улитка — донор мозгов

Что будет, если в мозг крысы пересадить нейроны моллюска или дрозофилы? Результаты экспериментов ученых Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН открывают новую эру в трансплантологии и лечении нейродегенеративных заболеваний. Исследование поддержано грантом РФФИ.

По мере продления жизни человека, а по существу — его старости, все более массовыми становятся нейродегенеративные заболевания, связанные с белью нейронов в мозге. Это широко известные болезни Паркинсона и Альцгеймера. Заболевания эти сейчас

лечат, пересаживая в мозг пациента нервную ткань эмбрионов, взятых после абортов. Пересаженная ткань приживается и способствует восстановлению поврежденных участков человеческого мозга. Но использование abortивного материала создает массу проблем, главным образом, этического характера. Поэтому ученые активно ищут другую донорскую ткань.

Поначалу исследователи обратили внимание на разные виды позвоночных животных, казалось бы наиболее близких к человеку. Действительно, эмбриональная нервная ткань животного одного вида — донора, приживается и функционирует в мозге животного другого вида — реципиента. Но рано или поздно возникает реакция отторжения. И вот теперь появилась альтернатива — оказывается, можно пересаживать нервную ткань беспозвоночных животных. Преимущество нового подхода в том, что у беспозвоночных слабо развита система межвидовой совместимости тканей, то есть вероятность отторжения мала. Первые успешные исследования российских ученых уже показали, что можно пересаживать эмб-





риональные нервные клетки дрозодилы в мозг человека при болезни Паркинсона (работы профессора Л.И.Корочкина). А недавно ученые из Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН приступили к исследованию новых доноров — улиток *Helix aspersa* в возрасте 5 суток.

Моллюсков выбрали не случайно. Во-первых, они живут дольше дрозодилы — целых 4–5 лет. Во-вторых, нейроны этих улиток очень хорошо изучены и буквально про каждый известен его особенность. В-третьих, установлено, что для нейронов человека и нейронов улитки требуется одинаковый ионный состав среды при их выращивании в культуре.

Из моллюсков извлекали нервные узлы (ганглии), состоящие из какого-то количества нервных и глиальных клеток, и пересаживали реципиентам. В данном случае их роль играли лабораторные крысы линии Вистар. Им делали трепанацию черепа и в отверстия вводили нервную ткань моллюсков. Что происходило после этого в крысиных мозгах, ученые проверяли через 5 суток, 28 суток и через 6 месяцев. Для этого крыс приходилось умерщвлять и исследовать состав клеток на срезах их мозга.

И вот первый радующий результат: ганглии моллюсков не отторгались ни через 5 дней, ни через 6 месяцев. Для сравнения брали результаты пересадки нервной ткани цыпленка, которая через 5 дней уже отторгалась и вызывала разрушения в мозге крысы. Картина на срезах мозга крыс с пересаженными «улиточными» ганглиями показала, что нервная ткань моллюсков встроилась в кору мозга крыс и образовала с ней одно целое. В течение первого месяца в «улиточном» ганглии шли очень активные процессы — нервные и глиальные клетки интенсивно размножались. Ученые связывают это с влиянием на них новой окружающей среды — крысиного мозга. Затем произошла адаптация. Из ганглия в ткань мозга крысы проросли кровеносные сосуды, обеспечивая его питание. Таким образом, нейроны моллюсков успешно встроились в мозг позвоночного животного. В результате у крыс с трансплантатами гораздо лучше заживали повреждения мозга, вызванные операциями.

Эти обнадеживающие результаты позволяют ученым предполагать, что нервную ткань моллюсков можно будет использовать в клинике. Но для этого очень важно оценить, насколько хорошо клетки мозга справляются со своими обязанностями и не происходят ли изменения в поведении животного. Предварительные данные могут ответить на эти вопросы. Ганглии улитки нормально функционируют в мозге, а крысы после такой операции успешно справляются с выработанными ранее условными рефлексами.

Клин клином вышибают

Биологи из МГУ им. М.В.Ломоносова подвели итоги многолетнего исследования, связанного с уничтожением раковых опухолей. Эффективным оружием в борьбе с этим недугом стала другая напасть — внутриклеточный паразит. Он не только подавляет развитие опухоли, но в некоторых случаях полностью ее уничтожает.

Что может справиться с ужасной болезнью? Другая ужасная болезнь. Развитию опухолей препятствует один из видов внутриклеточных паразитов, трипаносом — *Trypanosoma cruzi*. Этот феномен исследуют сотрудники Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. Собственно, это открытие московские ученые сделали еще в 1931 году; оно-то и привело к созданию в онкологии нового направления — биотерапии. Из трипаносом в России делали противораковый препарат круцин, а во Франции — его аналог, трипанозу. Затем в СССР по причинам, далеким от науки, производство круцина и соответствующие исследования прекратили, и изучение противоопухолевых свойств *T. cruzi* возобновили только в 1989 году. Теперь ученые Московского университета подводят итоги многолетней работы.

Трипаносомы — одноклеточные существа с хвостиком, по-научному, —



со жгутиком. В организм человека они попадают с укусом мухи цеце. Кровь разносит паразитов по телу, они проникают внутрь клеток и там размножаются, а клетки гибнут. Разные виды трипаносом вызывают различные заболевания, из них наиболее известна, конечно, сонная болезнь. *T. cruzi* предпочитает клетки сердечной мышцы, в несколько раз меньше паразитов приходится на печень и почки, еще меньше — на спинной мозг и совсем чуть-чуть — на головной мозг, селезенку и лимфоузлы. Во всяком случае, именно так распределялись трипаносомы в органах зараженных мышей.

Но если после заражения мышам прививали еще и опухоль, изрядная доля паразитов устремлялась к раковым клет-

кам. В результате опухоли у зараженных *T. cruzi* мышей замедляли рост или уменьшались в размерах: в разных опытах они были в 1,5–22 раза меньше, чем опухоли у незараженных животных. Чем больше времени проходило между заражением трипаносомой и пересадкой опухоли, тем эффективнее действовали паразиты. В среднем опухоли, привитые через 20 суток после заражения, полностью исчезали у 17% мышей, привитые через 30 суток — в половине случаев, а привитые через 35–70 суток после введения трипаносом — почти у 60% животных. Опухоли рассасывались примерно за 40 дней.

В основе целительной деятельности *T. cruzi* лежит ее способность заражать в первую очередь злокачественные клетки хозяина, не трогая нормальные. Это свойство особенно отчетливо видно при работе с культурами опухолей: вокруг раковых клеток толпятся не попавшие внутрь паразиты, оставляя при этом без внимания доступные для заражения клетки печени.

На опухоль влияют не только живые трипаносомы, но и их убитые клетки. Ежедневные подкожные инъекции убитых *T. cruzi* уменьшали размеры саркомы примерно в три раза по сравнению с нелечеными опухолями. Важно, что препараты, приготовленные из трипаносом, не влияли на нормальные клетки. Живые трипаносомы действуют сильнее, чем приготовленные из них препараты, но именно препараты имеют практическое значение. Нельзя же, в самом деле,

заражать онкологическое заболевание тяжелой инфекционной болезнью. Какое же целебное

вещество, или, как называют его ученые, антибластомное начало, содержат трипаносомы? Исследователи полагают, что это не одно вещество, а несколько. Одни молекулы располагаются на поверхности *T. cruzi*, благодаря им трипаносомы узнают раковые клетки и убивают их. Другие молекулы могут находиться внутри паразита и выделяться во внешнюю среду — они влияют на иммунную систему организма хозяина, мобилизуя ее на борьбу с раком. Пока это только гипотеза, но, по мнению ученых, антибластомное начало *T. cruzi* из вопроса для обсуждения должно превратиться в предмет конкретных исследований.



Корпус самых точных часов сплетен из лазерных лучей и магнитных полей. В основе их работы лежит множество открытий, несколько из них отмечены Нобелевскими премиями. А началось все после того, как Колумб нашел путь к Индийским Землям.

Точные часы из сверххолодного мира

Трудности ориентации во времени

Проблема точных часов — это поиск эталона. Он должен обеспечить одинаковое измерение времени в любом месте, где бы человек ни находился. Впервые такая задача возникла, когда люди стали плавать в открытом океане.

Водная гладь лишена ориентиров. Путь по ней приходится прокладывать с помощью приборов. Простейшие из них — астролыбия и набор морских хронометров. Астролыбией измеряют высоту наклона Солнца над линией горизонта. Если знать местное время, то можно точно определить одну из координат — широту. А время это зависит от долготы. Ее рассчитывают, зная, в какой момент Солнце окажется в зените.

И тут возникает вопрос: в какой момент чего? Ответ: в какой момент абсолютного времени, отсчитываемого от эталона. Лишь определив его, можно создать схему расчета координат. Именно поэтому мореходам, плавающим в открытом океане, и нужен был второй прибор — хронометр, который измерял эталонное время.

Поначалу точность часов была невелика: их показание менялись на 10 секунд в день. За те полгода, что, скажем, испанский галеон плыл из Южной Америки до Европы, набегала ошибка в полчаса. Это было досадно, ведь наверно проложенный маршрут опасен для груза золота на борту, а стало быть, казна несла убытки. Проблему решил британец Джон Харрисон. Его корабельный хронометр, созданный в 1760 году, изменял свои показания не более чем на одну секунду в день. Этой точности в сотые доли процента вполне хватило для навигации по морям и океанам.

Атомный эталон

Выход человечества в космос потребовал совсем другой точности измерений.

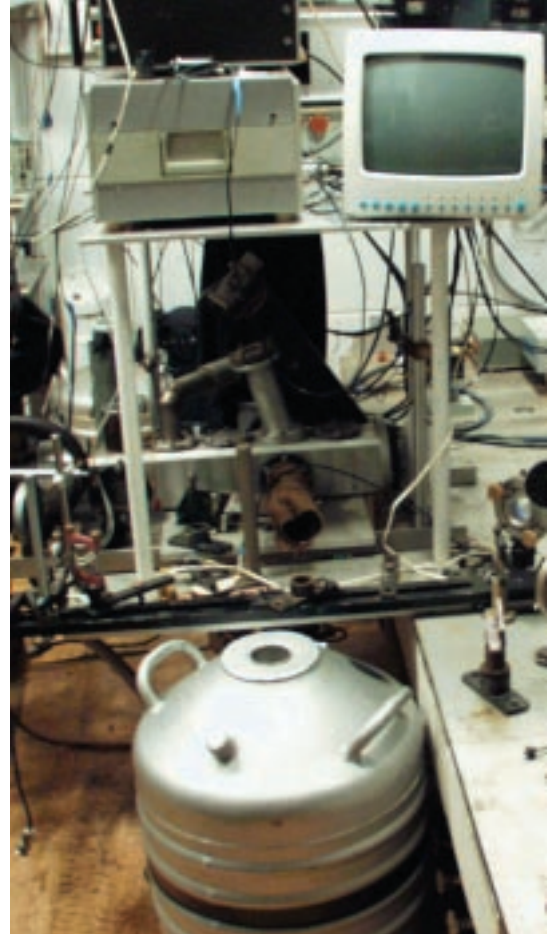
Подобную точность может обеспечить лишь один эталон — резонансная частота поглощения внешними электронами атома квантов электромагнитного излучения. Физика здесь такая.

Электрон, поглотивший квант излучения, приобретает энергию. При этом он вынужден покинуть свой прежний энергетический уровень и переместиться на выше расположенный. Однако уровни энергии в атоме квантованы, то есть их число ограничено, и энергия каждого строго определена. Электрон не может зависнуть между уровнями и не может поглотить часть кванта излучения. Поэтому поглощаются только те кванты, энергия которых равна расстоянию между энергетическими уровнями в атоме. Ну а дальше все просто: энергия кванта определяется частотой излучения, поэтому для атомов каждого вещества существует строго определенный набор частот поглощения.

Если сделать прибор, выдающий излучение с точно фиксированной частотой, причем эту частоту можно менять, то получится следующая схема эксперимента: излучение проходит через атомы какого-либо вещества, с помощью датчиков фиксируют, как оно поглощается; изменяя частоту, достигают такого значения, когда излучение поглощается лучше всего. Значит, частота соответствует переходу электронов в атоме и равна эталонной.

Эта частота не зависит от того, где находится облучаемый атом — в соседней комнате или на другом краю Вселенной. Свидетельство тому — спектры излучения звезд. Стало быть, вот он, эталон, по которому можно градуировать все приборы.

Поскольку частота излучения — это число колебаний в одну секунду, значит, узнав ее, нетрудно рассчитать время. То есть превратить в эталон времени. С 1967 года за одну секунду принято считать промежуток времени, за которое излучение, энергия которого равна раз-



нице между двумя уровнями атома цезия-133, совершает 9 192 631 770 колебаний.

Трудности измерения

Однако если перейти от общей картины к частностям, выяснится, что частота перехода не так уж независима. На энергию электронных уровней оказывает влияние атома. Значит, измерения лучше всего проводить на объекте, одиноко парящем в пространстве. Сделать одинокий атом довольно просто — нужно взять сильно разреженный газ, там расстояния между атомами столь велики, что они очень слабо влияют друг на друга. Но вот насчет парящего... Здесь есть большая трудность: частицы газа движутся, причем с огромной скоростью — сотни метров в секунду. А у движущегося объекта возникает эффект Доплера, для него частота излучения отличается от номинальной. Поскольку все атомы движутся с разными скоростями, они поглощают излучение с разными частотами. А это снижает точность измерения.

Первый способ избавиться от эффекта Доплера — создать пучок атомов, в котором все они будут двигаться параллельно. Тогда для излучения, направленного перпендикулярно их движению, скорость атомов как бы равна нулю. Этот принцип использован в цезиевых часах.



Советская ловушка для атомов

В цезиевых часах не проявляется самая сильная, продольная, составляющая эффекта Доплера. А вот от поперечной, которая на два порядка слабее и связана с тем, что для движущегося атома время течет по-другому, избавиться не удастся. Поэтому ошибка цезиевых часов: одна секунда в полтора миллиона лет, или $2-3 \cdot 10^{-14}$ доли измеряемой величины.

Этой точности вполне достаточно для того, чтобы путешествовать по земному шару. Но для какого-нибудь романтического занятия, вроде полетов в космос, точного измерения мировых констант, аномалий гравитационного поля и прочих ухищрений, придуманных человеком с целью проникновения в тайны мироздания, этого может и не хватить. Поэтому возникла идея избавиться от ошибки совсем: остановить атом.

Первыми это сделали советские физики из Института спектроскопии АН СССР во главе с Владленом Летоховым в 1979 году. Суть идеи: направить на летящий атом поток квантов света со специально подобранной энергией. Атом будет поглощать свет, импульс кванта перейдет к атому, и он затормозится. Однако атом не может пребывать долго в возбужденном состоянии. Поэтому рано или поздно он испустит квант света и приобретет

Установка для охлаждения атомных пучков в лаборатории Института спектроскопии РАН состоит из полупроводникового лазера, оптической системы линз и зеркал и вакуумной камеры

импульс, направленный в сторону, противоположную той, куда полетел свет. Поскольку квант может полететь куда угодно, в среднем скорость движения атома падает. Температура есть мера скорости движения атомов, и степень их торможения оценивают в градусах. Считается, что остановленные атомы имеют температуру в миллиардные доли Кельвина.

Но затормозить атомы — полдела: потеряв скорость, они упадут под действием гравитации. Поэтому их надо как-то подвесить в пространстве. То есть, поймать в ловушку. Понятно, что делать ее нужно из чего-то нематериального — в природе не существует материала с температурой в доли Кельвина. А ловушка с более горячими стенками нагреет остановленные атомы. Один из вариантов — ловушка из электрического поля, которую, как Летохов предположил еще в 1969 году, можно сплести из лучей света. Суть идеи такова.

Атом, как нейтральная частица, с электрическим полем не взаимодействует. Но неоднородное поле слегка изменяет конфигурацию орбит внешних электронов, из-за чего атом поляризуется: одна его часть становится более положительной, а противоположная — менее. Диполь будет дрейфовать вдоль градиента электрического поля к его максимуму. Такой максимум возникает в месте фокуса лазерного луча. Правда, взаимодействие атомов со светом очень слабое, его энергия измеряется десятками долями Кельвина. Но остановленному атому не просто выбраться и из такой мелкой энергетической ямы.

Когда луч лазера тормозит атомный пучок, в ловушке оказываются миллионы атомов. Даже при низкой скорости движения они порой сталкиваются, приобретают энергию и покидают ловушку. То есть выкипают. Поэтому дополняют стабильность им добавляют лазерные лучи, тормозящие атомы.

Вот примерно так, затормозив пучок атомов натрия лазером и загнав их в ловушку, сплетенную из лазерных лучей, наши физики и сумели получить уникальный результат. Светящееся облачко сверххолодных атомов около секунды висело в вакуумной

камере, а потом рассасывалось: ведь и в глубоком вакууме есть множество свободно летающих атомов. Причем горячих, которые пролетают сквозь ловушку, не замечая ее. При этом они сталкиваются с холодными атомами, передают им часть своей энергии, и те, нагревшись, улетают прочь.

Оптическая патока

Несмотря на то что сообщение об этой уникальной работе было опубликовано в журнале «Письма в ЖЭТФ» за 1979 год, Нобелевскую премию за разработку методов лазерного охлаждения и удержания атомов дали только в 1997 году, и вовсе не ученым из группы Владлена Летохова, а американцам Стивену Чу, Уильяму Филлипсу и французцу Клоду Коэн-Таннуджи (см. «Химия и жизнь», 1998, № 1).

Одна из главных проблем при торможении атомов светом в том, что по мере уменьшения скорости частота поглощения атомов из-за эффекта Доплера меняется и они перестают взаимодействовать со светом. В своих опытах 1979 года ученые из Института спектроскопии применяли лазер с изменяемой частотой света: подстраивая ее под среднюю скорость атомов пучка, им удалось обеспечить постоянное поглощение.

Спустя шесть лет У.Филлипс из американского Института стандартов и технологий пошел другим путем: сохраняя частоту света, он подстраивал к ней магнитным полем энергетические уровни атома. И атомы оказывались не в лазерной ловушке, а в ловушке, сделанной из неоднородного магнитного поля. Физика взаимодействия в ней примерно такая же, как и в лазерной: под действием магнитного поля атом, имеющий магнитный момент, дрейфует либо к максимуму, либо к точке с нулевым полем. В опытах Филлипса с помощью нескольких катушек с током создали поле, которое к своему центру спадало до нуля. Там-то и собрались заторможенные американцем атомы натрия.

С.Чу прославился очень изящным экспериментом: в 1985 году он создал оптическую патоку — сделал ловушку



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Цезиевые часы



Сейчас есть две модификации цезиевых часов. Одни стоят в национальных службах стандартов и имеют размер с железнодорожную платформу. Другие, размером с чемодан, работают в различных организациях, где нужно точно мерить время. Например, для навигации или синхронизации финансовых операций в разных частях света.

Устроены цезиевые часы следующим образом. Как всегда, их главная деталь — маятник. В данном случае это кварцевый кристалл, который колеблется под влиянием электрического поля с частотой 5 МГц. Он-то и выдает в конце концов один импульс в секунду. Но как поддержать неизменной частоту колебаний кристалла в 5 МГц? Для этого нужно постоянно сравнивать ее с эталонной, которую определяют с помощью атомов цезия.

Жидкий цезий-133, а температура его плавления 29°C, нагревают в печи. Он испаряется. Получившийся газ через узкое отверстие пропускают в камеру. Там атомы электромагнитом разделяют на два потока, в зависимости от направления их спина. Один из потоков попадает в U-образную трубку, где атомы облучают микроволновым излучением с частотой около 9 ГГц. При этом часть атомов переходит в возбужденное состояние. Далее поток проходит еще через одну пару электромагнитов, где возбужденные атомы отделяются, а затем ионизируются. Потом масс-спектрометр выделит из всего потока только ионы цезия и отправит их в электронный умножитель, который выдает электрический ток. Частоту меняют до тех пор, пока этот ток не достигнет максимума. Вот эту частоту и считают за эталонную. Затем ее с помощью электронных схем делят и используют для управления кварцевым кристаллом.

В основе часов из цезиевых атомов лежат работы по крайней мере трех Нобелевских лауреатов. Р.Стейн, получивший премию в 1943 году, вместе с В.Герлахом впервые разделит атомный пучок на два в зависимости от направления магнитного момента атома. И.Раби, лауреат 1944 года, придумал метод магнитного резонанса в атомных пучках, то есть способ возбуждения атомов электромагнитным полем. А нобелевский лауреат 1989 года Н.Рамсей развил идеи своего учителя Раби и обеспечил высокую точность измерения частоты.

из пар лучей, которые светили навстречу друг другу вдоль всех трех осей пространственных координат. А частота излучения была немного больше, чем нужно для поглощения излучения атомом. В эту ловушку попадали атомы из пучка, который предварительно охладил встречным лучом лазера. Что же с ними случилось?

Как только атом начинал двигаться в какую-то сторону, из-за эффекта Доплера его частота поглощения увеличивалась и он начинал поглощать фотоны от одного из шести лазеров. И в результате тормозился! Получалось, что из лучей света сделана крайне вязкая для движения холодных атомов среда, которую они не могут покинуть. Со стороны это выглядело как сияющее облачко размером с горошину. Оно состояло примерно из миллиона атомов, охлажденных до 240 микрокельвинов, то есть движущихся со скоростью 30 см/с. Этот метод назвали доплеровским охлаждением. Оптическая патока не могла преодолеть силу тяжести, и облачко рассыпалось через секунду после образования. Эту проблему решили в 1987 году, применив магнито-оптическую ловушку, то есть добавив к лазерным лучам катушки с магнитным полем, как это делал Филлиппс.

В 1987 году 240 микрокельвинов считались минимальной температурой, которую дает доплеровское охлаждение. Однако Филлиппс решил провести систематическое измерение температуры, то есть скорости движения атомов, завязших в оптической патоке. Делал он это, определяя скорость их падения в гравитационном поле после выключения магнитов. И через год наблюдений он выяснил, что атомы охлаждаются и до 40 микрокельвинов! К тому времени физик из Высшей нормальной школы Коэн-Таннуджи подправил теорию и рассчитал более совершенные схемы охлаждения.

Дело в том, что энергия отдачи, которую получает атом, испустивший фотон (напомним, именно поглощение-испускание фотонов и лежит в основе доплеровского охлаждения), четко определена для каждого атома. Например, для натрия она равна 2,4 микрокельвина, для более тяжелого цезия — 0,2. Из расчетов следовало, что в оптической патоке можно охладить атомы до температуры, лишь в десять раз превышающей энергию отдачи.

Этот предел французские физики перешли в 1995 году. Главная идея, которой руководствовался Коэн-Таннуджи с коллегами, такова: среди увязших в оптической патоке атомов есть и холодные, и горячие атомы. Охлаждать нужно лишь вторые. Однако фотоны попадают и на холодные,

придавая им энергию. А что, если перевести холодные атомы в темное состояние, когда они ничего не поглощают и не испускают? Это сделали на атомах гелия, у которых энергия отдачи равна 4 микрокельвинам. Последовательно затормозив атомы со всех трех сторон, удалось получить облачко со средней температурой атомов в 180 нанокельвинов.

Вот за этот цикл работ и дали Нобелевскую премию 1998 года.

Но как оказалось, сотни нанокельвинов — это не предел. В 1995 году американские физики Карл Вьеман из Колорадского университета и Эрик Корнелл из Национального института стандартов и технологий, заключив в магнитной ловушке сверххолодные атомы рубидия, стали выпаривать самые горячие из них. Для этого они потихоньку уменьшали глубину ловушки, и более горячие атомы покидали ее. Они добились температуры в десятки нанокельвинов, после чего случился фазовый переход. Несколько тысяч атомов, оставшихся в ловушке образовали газообразный конденсат Бозе-Эйнштейна, то есть все они оказались в одном квантовом состоянии, подобно квантам света в луче лазера (об этом интереснейшем состоянии вещества и других чудесах сверххолодного мира мы постараемся рассказать в начале следующего года).

Часы из атомного фонтана

Точные часы — одно из применений облачка сверххолодных атомов. Мерить характеристики атомов, запертых в ловушку, нельзя. Взаимодействие с полями неизбежно искажает уровни энергии электронов, поэтому было предложено использовать атомный фонтан. Легким щелчком лазерного луча атомы выбивали из ловушки вверх, и они медленно поднимались и столь же медленно опускались под действием силы тяжести. В самой нижней точке траектории скорость атомов равнялась нулю, причем никаких посторонних предметов рядом не было. Оптимальные условия для измерения частотного спектра.

Впрочем, все равно остается ошибка, связанная с тем, что атомов в фонтане много и они различаются. Вот был бы одинокий атом... Эту проблему позволяет решить конденсат Бозе-Эйнштейна: в нем все атомы идентичны и если во время полета вверх он не рассыплется, значит, в точке измерения окажется нужный объект.

Другой способ — действительно поймать в ловушку один-единственный атом. Этого физикам пока что не удалось. А заряженные частицы, ионы или электроны они ловили, и не один раз. В 1989 году Нобелевскую премию,

совместно с упомянутым выше Рамсеем, за создание метода поймки ионов в ловушку получили немец В. Пауль и американец Г. Демельт.

Ловушка для иона

Удерживать в ловушке ион, электрон или какую другую заряженную частицу несравнимо проще, чем нейтральную. Она обладает и электрическим зарядом, и магнитным моментом. Поэтому с помощью полей такой частицей легко управлять. Путь к этому достижению проложил немецкий физик Пауль.

Еще в пятидесятых годах XX века он придумал четырехполюсную магнитную линзу, с помощью которой можно было разделять атомы или молекулы в зависимости от их магнитного момента или массы. И по сей день эти линзы успешно служат в масс-спектрометрах. Если к этой линзе добавить еще два магнитных полюса, получится ловушка Пауля. В ней возникает магнитное поле, спадающее к центру. Именно туда и оттесняются ионы.

Эту ловушку, точнее, сделанную на ее основе ловушку Пеннинга, и применил Демельт, когда охотился на электрон. Она представляет собой вакуумную трубку, которая заканчивается двумя отрицательно заряженными электродами. А вокруг трубки — большая катушка, создающая магнитное поле, направленное вдоль оси к электродам. Попавшие в трубку электроны двигаются вдоль магнитного поля, подходят к электроду, отталкиваются от него и летят в обратном направлении. То есть колеблются в зазоре между электродами с определенной частотой. При этом возникает радиоизлучение. По его интенсивности можно определить, сколько электронов в ловушке.

Первоначально в ловушке было много электронов. Чтобы убрать лишние, ученые стали их облучать радиоволнами. Столкнувшись с квантом излучения, электроны один за другим приобретали большую энергию и испарялись. Так в ловушке остался единственный электрон. Он мог бы находиться там вечно, но пробыл в заточении лишь девять месяцев. Потом, согласно легенде, в лабораторию заглянул студент-дипломник, подрегулировал поле не в ту сторону и выпустил узника на свободу.

С 1976 года на электронах, а с 1978 года и на пойманных в такую ловушку ионах Демельт отрабатывал схемы охлаждения радио- и лазерным излучением соответственно. И в конце концов добился того, что одинокий ион бария много минут неподвижно висел

внутри ловушки. Это положило начало новому направлению в науке — спектроскопии одиночного иона, которая дает возможность изучать характеристики непосредственно одного объекта, на который не влияют никакие соседи.

Ионные часы

Спектроскопия одиночного остановленного иона позволяет точно, без всяких доплеровских сдвигов, без усреднения получаемых величин по многим другим ионам или атомам, померить энергии перехода электронов с уровня на уровень. Правда, сама по себе ловушка оказывает влияние на эти уровни, но если параметры ловушки неизменны, то это влияние можно рассчитать и внести поправку в результаты измерений.

Именно по этому пути пытаются идти некоторые исследовательские группы с легкой руки Демельта. Например, в 1997 году группа из Национальной физической лаборатории США изучала ион иттербия, а в июле 2001-го ученые из Института стандартов и технологий сообщили об опытах по измерению частот перехода в ионе ртути, пойманном в ловушку.

Какой ион лучше всего подходит для ионных часов? Суть проблемы в том, что помимо эффекта Доплера на точность измерения частоты оказывает влияние время, через которое поглотивший квант энергии электрон испустит его обратно. В соответствии с принципом неопределенности Гейзенберга, чем оно больше, тем точнее должна энергия кванта соответствовать разнице энергий между электронными уровнями. У иттербия есть просто замечательный для этой цели переход: поглотив квант излучения с волной 467 нанометров, электрон поднимется на такой уровень, что будет жить десять лет! Принцип работы часов из него таков.

Читатель, возможно, помнит: нужно сгенерировать излучение с такой частотой, чтобы атом или ион его охотно поглощал. Эта частота и окажется эталонной. Как же проверить результат взаимодействия со светом одиночного иона? Неужели придется считать все фотоны? Нет! Ион ит-

тербия нужно освещать двумя лазерными лучами попеременно. Один из них имеет частоту 369 нм. Поглотив этот квант, электрон недолго живет в возбужденном состоянии. Он быстро испускает квант света, то есть ион флуоресцирует. Собственно, именно это излучение и используют для охлаждения иттербия. Флуоресценция иона, хотя он и один, весьма велика. Когда Демельт ставил в 1973 году первые опыты по поймке в ловушку одиночного иона бария, он видел ее невооруженным глазом.

Второй лазер сканирует область частот около искомого 467 нм. Как только нужная частота будет достигнута, электрон поглотит квант и перейдет на свой уровень с большим временем жизни. На этом флуоресценция закончится. Теперь нужно или ждать десять лет, пока электрон вернется на нижний уровень, или осветить ион третьим лучом лазера. Он подбросит электрон еще выше, где время жизни невелико, и тот, испустив квант света, вернется в исходное состояние. В начале опытов 1997 года весь процесс занимал около часа, но потом ученым удалось сократить время до двух минут, что больше подходит для проведения измерений.

Теоретически такие часы должны давать ошибку в одну секунду на 4,5 миллиарда лет. То есть они чуть ли не в десять тысяч раз точнее, чем атомные цезиевые. Впрочем, сделать работающие часы из одиночного иона пока никому не удалось.

На самом деле, сверхточные часы — скорее побочный результат серии тонких физических экспериментов по охлаждению газов. А главный: получение нового состояния вещества — сверххолодного газа частиц. В нем нет столь важного разупорядочивающего фактора, как тепловое движение. И стало быть, поведением сверххолодных атомов, ионов или электронов человек может управлять по собственной воле. А это путь к совершенно новой оптике, которая, как и любая новая, сначала электромагнитная, а потом и лазерная оптика, способна качественно изменить облик цивилизации.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

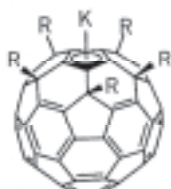


Фуллереновые сатурналии

Казалось бы, обладающие высокой симметрией молекулы C_{60} должны быть химически инертны, но это не так — уже получены многие экзо- и эндоэдральные комплексы (когда другие атомы располагаются снаружи или внутри углеродных сфер), а также соединения замещения, когда чужаки встраиваются в саму их поверхность; вообще, уже описаны около 3000 производных разных фуллеренов.

Бакиболы C_{60} гидрофобны, однако в Токийском университете их так химически модифицировали, что они стали амфифилами. Для этого в сфере сформировали анион в виде циклопентадена (на месте пятиугольного цикла), к которому стал примыкать ион калия, а вокруг него присоединили пять фенолов (см. рис.). Такие асимметричные структуры в водной среде начали самособираться в бислои — аналог липидных мембран, из которых образовывались замкнутые оболочки — аналог липосом (наверно, «фуллереносомы»). Их диаметр составлял около 34 нм, и они содержали примерно 13 000 видоизмененных бакиболов. Значит, сделан значительный шаг в сторону супрамолекулярной химии фуллеренов (*E.Naka-mura et al.*, «*Science*», 2001, v.2916 p.1944).

Российско-британский коллектив химиков (химфак МГУ и Университет Сассекса) синтезирует соединения фуллеренов с фтором. При 460°C и пониженном давлении C_{60} реагируют с K_2PtF_6 с образованием различных частично фторированных фуллеренов. В прошлом году эти исследователи получили $C_{60}F_{18}$, а их коллеги из ИНЭОСа с помощью рентгеноструктурного анализа расшифровали его строение. Оказалось, что поверхность



Фуллерен, ставший амфифилом

одной из полусфер становится более плоской и в ее центре вокруг полностью ароматизированного шестичленного углеродного кольца (в нем длины всех C—C связей одинаковы), образуя как бы корону, располагаются атомы фтора.

Теперь из многих других продуктов синтеза удалось выделить $C_{60}F_{20}$, которого образуется в 20 раз меньше, чем $C_{60}F_{18}$, и определить его архитектуру. Оказалось, что вся сфера немного сплющивается, а вдоль ее экватора (симметрично относительно экваториальной плоскости) располагаются два ряда атомов фтора, что напоминает Сатурн с его кольцами. Поэтому структуру нарекли «сатурненом» (более земная аналогия — овощ патиссон).

Уже получены фторофуллерены, содержащие как различные бакиболы (C_{60} , C_{70} , C_{76} , C_{78} , C_{84}), так и разное количество атомов фтора (2, 16, 18, 20, 36, 48, 60). Как сказала на конференции во Флориде руководитель московской группы доктор химических наук О.В.Болталина, «исследования фторофуллеренов — это как археологические раскопки: никогда не знаешь, что попадется, но находят и очень ценные находки» («*Angew. Chem. Int. Ed.*», 2001, v.40, p.787).

Известно, что внутри фуллеренов могут размещаться разные атомы и даже их группы — лишь бы хватило места (такие комплексы обозначают $M@C_n$). В Университете Нагойи испаряли в электрической дуге композит из графита и оксида скандия (Sc_2O) и обнаружили в образовавшейся саже, среди прочих продуктов, заключенный в C_{84} кластер Sc_2C_2 (ранее такой карбид скандия не был известен). Сначала по результатам масс-спектропии исследователи решили, что получен металлофуллерен $Sc_2@C_{86}$. Однако ^{13}C ЯМР-спектр соответствовал C_{84} , а не C_{86} , и рентгеноструктурный анализ с использованием синхротронного излуче-

ния подтвердил, что в «клетке» заключен именно карбид с электронной структурой $[Sc_2C_2]^{2+}@C_{84}^{2-}$ (*H.Shinohara et al.*, «*Angew.Chem.Int.Ed.*», 2001, v.40, p.397).

Фуллерены хоть и органика, но живые организмы их не производят. Тем интереснее узнать о характере взаимоотношений этих соединений с биообъектами. Углеродные сферы легко проникают через клеточные мембраны, проходят через гематоэнцефалический барьер. Нейробиолог из питецкого Института физиологии им. И.П.Павлова РАН исследовал действие фуллеренов на срезы коры мозга крыс и обнаружил, что они необратимо блокируют электрическую активность нейронов; конкретный механизм эффекта пока не выяснен (*А.А.Мокрушин*, «*Доклады АН*», 2001, т.377, с.408). Может быть, их принцип действия такой же, как у общих анестетиков? Ведь анестезию способны вызывать даже инертные газы, и тоже плохо понятно, как именно они это делают.

В своей Нобелевской лекции (декабрь 1996 г.) один из первооткрывателей фуллеренов Г.Крото сказал, что эти молекулы «обладают харизмой, которая очаровала ученых, привела в восторг обывателей, добавила энтузиазма молодым и придала свежее дыхание химии». Дальнейшее развитие науки о фуллеренах подтверждает это мнение.

Гребной винт бактерий

F.A.Samatey et al., «*Nature*», 2001, v.410, p.331

Многие бактерии, например *E.coli* и *Salmonella*, перемещаются в жидкой среде с помощью жгутиков, или фла-



гелл, которые совершают те же вращения вокруг своей продольной оси. Скорость перемещения бактерий — до 140 мкм/с (обычно 20–30), а скорость вращения жгутика — десятки и сотни оборотов в секунду. При одном направлении вращения они действуют как гребной винт корабля, а при другом тянущее усилие пропадает и бактерия «кувыркается» — переориентируется для движения в новом направлении.

Флагелла состоит из филамента и базального тела — встроенного в клеточную стенку мотора, который работает, используя энергию трансмембранного потенциала. Филамент длиной в микрометры (иногда до 15 мкм) и 12–25 нм в диаметре состоит из 11 нитей-протофиламентов, вытянутых бок о бок. Протофиламенты образуют стенку жесткой полой трубки, изогнутой в виде винтовой линии. А каждый микрофиламент собран из белка флагеллина, сложенного в стопку.

В зависимости от типа укладки этого белка протофиламент может быть в двух состояниях — левостороннем и правостороннем (L и R). У L-нити расстояние между соседними субъединицами 5,27 нм, у R-нити — 5,19 нм. Обычно часть протофиламентов имеют L-, а часть R-форму — именно поэтому вся трубка изгибается. Субъединицы в нитях способны кооперативно менять свою упаковку, но детали этого процесса остаются неизвестными.

Японо-венгерской группе ученых удалось закристаллизовать флагеллин и выснить строение нитей с разрешением 0,2 нм. Расстояния между соседними субъединицами в них 5,18 нм, то есть как в R-форме; если в филamente соседние нити идут параллельно, то в кристалле антипараллельно. И хотя полученная картина уже многое прояснила, для понимания особенностей R—L-перехода теперь необходимо получить и исследовать кристалл,

в котором флагеллин находится в L-форме.

Вращающийся за счет электрохимического градиента жгутик демонстрирует комбинацию изобретений, сделанных природой миллиарды лет назад, — колеса (диск в мембране), электромотора и гребного винта. И теперь Homo sapiens пытается в них разобраться.

Вторжение в код

L.Wang et al., «Science», 2001, v.292, p.458

Живая природа использует единый генетический код и стандартный набор из двадцати аминокислот для построения всех белков. Однако искусственно можно получать огромное количество других аминокислот, например присоединяя к природным дополнительные группы атомов или создавая их элементоорганические аналоги. И если включать эти рукотворные блоки в полипептидные цепи, то будут возникать белки с необычными свойствами. В пробирке это уже умеют делать, однако процесс сложен и малоэффективен, поэтому хотелось бы поручить такое дело самим клеткам.

Фактически речь идет о расширении двадцатibuквенного белкового алфавита, но чтобы биосинтетический аппарат клетки мог при этом нормально функционировать, требуется привести в соответствие, расширить также генетический код — нужно включить информацию о дополнительных аминокислотах в ген белка и обеспечить ее считывание и интерпретацию. Над такой поистине Прометеевой задачей молекулярные биологи уже работают — см. статью «Синтетическая жизнь — это фантастика?» в «Химии и жизни» (2000, № 3).

Известно, что из 64 возможных триплетов нуклеотидов 61 соответствует аминокислотам, а УАА, УАГ, УГА — «знакам препинания», а именно «точке», то есть служат признаком окончания цепи. И можно нестандартной аминокислоте поставить в соответствие один из стоп-кодонов — его будет узнавать специальная тРНК, к которой должна прикрепляться дополнительная аминокислота. В клетке соединения тРНК и соответствующей аминокислоты обеспечивают ферменты аминоацил-тРНК-синтетазы (или кодазы, как называли их В.А.Энгельгардт), причем с большой точностью — вероятность неправильного выбора аминокислоты составляет всего 10^{-4} – 10^{-5} .

Исследователи из Института Скриппса в Калифорнии, возглавляемые одним из первопроходцев этого направления П.Шульцем (он известен также работами по комбинаторной химии, которую широко применяют и в области «искусственной жизни»), научили бактерию *E.coli* использовать не 20, а 21 аминокислоту — стандартный набор плюс измененный тирозин. Для этого они сначала ввели в геном *E.coli* дополнительные гены, взятые от другого вида бактерий (*M.jannaschii*), — они кодируют тирозиновую тРНК и ее кодазу. Важно, что продукты собственных и чужих генов функционально не смешиваются — тирозиновая кодаза *E.coli* связывает только тРНК *E.coli*, а кодаза *M.jannaschii* — только тРНК *M.jannaschii* (иначе говоря, каждый из ферментов узнает тРНК лишь своего биологического вида). Поэтому можно экспериментировать с чужеродными элементами, не затрагивая собственный генетический аппарат *E.coli*.

В гене чужой тРНК заменили ее антикодон на триплет ЦУА, который комплементарен стоп-кодону УАГ. А в гене чужой кодазы производили разные мутации и отбирали среди белков-мутантов те, что способны при-

соединять к этой тРНК аналог тирозина. В результате цель была достигнута — в полипептидную цепь стал включаться измененный тирозин.

В других работах пытаются расширить состав аминокислот за счет уменьшения вырожденности кода — ведь в нем два или более кодона кодируют одну и ту же аминокислоту. Есть попытки сделать и более радикальные изменения в коде — расширить состав букв-нуклеотидов ДНК. Так, в том же институте группе Ф.Ромсберга уже удалось встроить в двойную спираль аналог основания, который образует элементарную пару с самой собой; подобные ДНК транскрибируются и реплицируются с помощью обычных клеточных ферментов.

(Тут есть аналогия с развитием человеческих языков — скажем, русский язык можно расширить, придав определенный смысл триплетам А.Крученых «дыр, бул, шыл»; естественный язык постоянно пополняется новыми словами, а изредка и новыми буквами.)

Что все это даст? Прежде всего двинет вперед науку о белках — можно будет включать в них необычные аминокислоты, например с флуоресцентными метками или тяжелыми атомами (для рентгеноструктурного анализа); позволит лучше понять закономерности сворачивания полипептидных цепей, даст возможность конструировать новые ферменты (белковая инженерия). Но, самое главное, — поможет проникнуть в тайну возникновения генетического кода и самой жизни. Ведь этот феномен очень трудно понять прежде всего потому, что он уникален — его пока не с чем сравнивать.

И вот, не дожидаясь открытия в космосе других форм жизни, ученые взялись за их создание. В науке о живой природе начался качественно новый этап — биология «седьмого дня творчества».

**Подготовил
Л.Верховский**

О гепатитах

Е.Клещенко

Предположение об инфекционной природе гепатита впервые выдвинул выдающийся русский клиницист С.П.Боткин. То, что инфекционный агент — не бактерия, а вирус, выяснилось в конце 30-х годов XX века: было показано, что желтухой можно заразиться при переливании заведомо безмикробной сыворотки крови. Но лишь в 1973 году был открыт и изучен вирус гепатита А, а затем и возбудители других гепатитов.

По особенностям строения и жизненного цикла

вирусы гепатитов различаются очень сильно, и вирусологи относят их к разным классам. Но орган-мишень у них общий — печень, отсюда и сходство симптомов, особенно в острой стадии: истощение, усталость, тошнота, боли в правом подреберье, а вот пожелтение кожи может начаться позднее или не начаться вовсе. Впрочем, иногда болезнь протекает совсем бессимптомно. Только с помощью анализа возможно узнать, что у больного гепатит, и определить, какой именно.



Гепатиты

Наиболее известны гепатиты А, В и С. Но сегодня идентифицированы семь типов вирусного гепатита, распространенных по всему земному шару: А, В, С, D, E, F, G. (И, судя по всему, это еще не окончательный список.) Гепатиты А и F относятся к семейству пикорнавирусов, гепатит В — гепаднавирус (это группа вирусов, обладающих уникальными свойствами; в нее входят также некоторые вирусы гепатитов животных), гепатит D иногда также относят к гепаднавирусам, но более корректно выделять его в особую группу; гепатиты С и G — флавивирусы, гепатит E — каликивирус.

Вирусы гепатитов А и E проникают в организм через слизистую оболочку, размножаются, затем попадают в печень. Вирусы В, С, D и G, чтобы вызвать заболевание, должны попасть в кровяное русло, затем кровь приносит их в печень, и уже там они размножаются. Отсюда ясно, что только гепатитами А и E можно заразиться через рот — с пищей, водой, через грязные руки или при тесных межличностных контактах.

Гепатит А (он же инфекционный гепатит, болезнь Боткина) — самый распространенный из всех; в мире ежегодно насчитывается более 1,4 миллиона случаев этого заболевания. В США гепатит А занимает седьмое место по распространенности после гонореи, ветрянки, сифилиса, СПИДа, сальмонеллеза и шигеллеза. Как легко догадаться, он чаще встречается там, где личная гигиена не на высоте. Вспышки гепатита бывают в детских дошкольных учреждениях, на призывных пунктах. При эпидемиях назначают карантин, делают прививки. Специфические вакцины против гепатита А появились сравнительно недавно, но и несколькими десятилетиями раньше детям и беременным женщинам, контактировавшим с больными, вводили иммуноглобулины (белки-антитела) для повышения сопротивляемости организма. (Те из читателей, кто ходил в школу или детский садик в 70-е годы, наверняка помнят

призывы медпросвета: «Всем от слона до мухи прививку сделать от желтухи» — вот эта желтуха и есть гепатит А.) У переболевших формируется пожизненный иммунитет. Однако если у вас был гепатит А, это не уменьшает ваших шансов заболеть гепатитом другого типа — кросс-иммунитета у гепатитов нет.

Принципы безмедикаментозного лечения желтушных больных не особенно изменились со времен Боткина: постельный режим, щадящая диета, много чистой воды, овощные соки; желательно отказаться от сахара, алкоголя и кофеина; ограничить потребление мяса и печени (в них много железа, а оно при поражении печени выводится плохо), а также соли. Основная задача — облегчить работу печени, помочь организму быстрее справиться с интоксикацией, а иммунной системе — с вирусом.

Инкубационный период у гепатита А обычно составляет от 20 до 50 дней (чем старше больной, тем короче). Таким образом, человек в течение нескольких недель свободно разносит инфекцию, поскольку сам не знает, что болен. Дети младше одного года болеют практически бессимптомно, а это значит, что мама или няня легко может заразиться, взяв в руки использованный подгузник. У детей старше двух лет и у взрослых гепатит обычно протекает открыто. Гепатит А — самый благоприятный, он никогда не дает исхода в цирроз или первичный рак печени. С другими формами гепатита дело, увы, обстоит иначе.

Инкубационный период у гепатита В — полтора-три месяца, иногда полгода или даже год, у гепатита С — полтора-два месяца; кроме того, бывают и бессимптомные формы. Заразиться гепатитом В можно при переливании инфицированной крови (поэтому его еще называли «сывороточным гепатитом»), при использовании нестерильных шприцов и игл; при контакте с кровью или другими выделениями больного, а также при половом акте; от матери инфекция может передаться плоду. С пищей и водой,

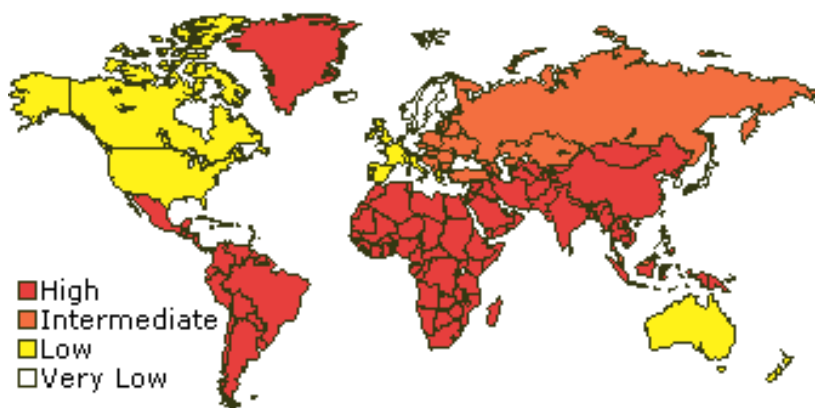
как мы уже отметили, гепатит В не передается, однако достаточно микроскопической ранки на слизистой оболочке, чтобы вирус проник в кровь, поэтому риск контактного заражения достаточно высок. «Сейчас хорошо изучена эпидемиология гепатита В и доказано, что примерно в 30%, в одной трети случаев, заражение происходит именно контактным путем», — говорит доктор медицинских наук, заведующая отделением вирусных гепатитов ЦНИИ эпидемиологии МЗ РФ Анна Васильевна Змызгова.

Гепатит В часто протекает скрыто. Человек может быть носителем вируса, передавать инфекцию своим сексуальным партнерам и домашним и даже не догадываться об этом. Как правило, больной долгое время принимает гепатит за обычное переутомление, авитаминоз, депрессию. Немногим приходит в голову из-за таких пустяковых симптомов пойти сдать анализы. Между тем как раз безжелтушные формы, а также легкие формы с быстро проходящей желтухой чаще переходят в хронические гепатиты, а они, в свою очередь, могут давать цирроз или рак. Причем клетки печени разрушает не сам вирус, а иммунная система больного, поскольку зараженные клетки несут на мембранах вирусные белки. Кроме того, копии вирусной ДНК могут встраиваться в геном клетки и оставаться в нем. В этом случае уничтожить вирус еще труднее, чем при обычном его размножении, и больше вероятность злокачественного перерождения. Кстати, онкорнавирусы — РНК-содержащие онкогенные вирусы тоже встраивают копии своего генома в геном хозяина.

Гепатит В неприятен еще и тем, что иногда человек выздоравливает, но остается носителем инфекции. К счастью, против этой формы гепатита есть вакцины (о них мы поговорим подробнее в следующей главе.)

Гепатит С — «белая чума XX века», а теперь и XXI. Вирус гепатита С известен с 1990 года (тогда впервые были получены антитела к нему.) Сна-

Вот как распределяется заболеваемость гепатитом А



чала он назывался «гепатит не А — не В». Передается он, как и гепатит В, из крови в кровь — с донорской кровью или на шприце. Эта инфекция обнаруживается у 0,5–8,0% всех доноров. Риск заражения снизился, когда доноров стали проверять на этот вирус, но среди наркоманов, при татуировке, пирсинге и тому подобных развлечениях риск по-прежнему остается высоким.

Вирус гепатита С имеет несколько генотипов (сейчас их известно семь). Генотипы вируса и их субтипы обозначаются цифрами с буквами: 1a, 1b, 2a, 2b, 3a... Для каждого региона характерен свой набор генотипов. В Восточной и Южной Европе, в том числе и в России, преобладает 1b, который, к несчастью, хуже других поддается противовирусной терапии. Проблема с «многоликостью» вируса состоит в том, что его генотип может измениться даже во время лечения, и тогда вирус становится неуязвимым для препарата; при этом снижается и эффективность собственного иммунного ответа организма. Кроме того, если вы переболели гепатитом С, это не гарантирует вас от повторного заражения вирусом с другим генотипом. По этой же причине, в частности, до сих пор не разработана вакцина против гепатита С.

Как и гепатит В, гепатит С может протекать в скрытой форме: при низкой или умеренной активности вируса желтуха не развивается, а наблюдаются уже знакомые «нестрашные» симптомы: слабость, утомляемость, иногда пониженный аппетит, длительная повышенная температура. Резкого ухудшения состояния при этой форме гепатита не бывает, все происходит постепенно. По данным американских врачей, из ста инфицированных 85 получают длительную инфекцию, 70 — хроническое заболевание печени, 15 — цирроз через несколько десятков лет, пятеро умирают от цирроза или карциномы. Впрочем, такие четкие цифры можно найти лишь в популярной литературе. «Разброс данных о проценте осложнений от общего числа заражений

очень велик, — говорит А.В.Змызгова. — О циррозе некоторые пишут 10%, другие — 3, а после гепатита С некоторые исследователи указывают до 40 или 60% цирроза».

При гепатитах В и С резко снижается иммунитет, и больного часто поражают другие вирусные заболевания: герпес различных типов, вирус Эпштейна — Барра, цитомегаловирус, гепатит G и другие. Такая суперинфекция чаще и быстрее приводит к циррозу печени. Возбудитель гепатита D — ущербный, «паразитический» вирус, который сам не может возбуждать инфекцию, но использует поверхностную оболочку вируса гепатита В. (Своей оболочки у него нет.) Поэтому он инфицирует только людей, уже зараженных гепатитом В. Эта суперинфекция также приводит к тяжелым осложнениям, вплоть до перехода в рак.

Гепатит Е (он же фекально-оральный не А — не В гепатит, А-подобный не А — не В гепатит) чаще всего регистрируется в жарких странах — в Средней Азии, в Африке. Этот вирус тоже передается контактным путем или через воду и редко дает серьезные осложнения. Но у беременных женщин гепатит Е протекает тяжело, с высокой вероятностью смертельного исхода: часто бывают выкидыши, обильные кровотечения.

Вакцины

Вакцины — это, по определению, препараты, предназначенные для создания активного иммунитета. Они содержат иммуноген — носитель химических структур, аналогичных антигенам возбудителя, то есть компонентам вируса или микроба, против которых вырабатываются антитела: прежде чем встретиться с бактерией или вибрионом, иммунная система учится противостоять опасности, тренируясь на безобидном «муляже».

Вакцины могут содержать целые микроорганизмы, ослабленные или убитые, или их компоненты (обычно белки), продукты жизнедеятельности или же синтетические аналоги таких белков. В последнее время появились также химерные, или векторные, вакцины, содержащие безвредный микроорганизм со встроенным геном возбудителя болезни. Конечно, вакцина должна быть безопасной, ни в коем случае не провоцировать заболевание, но при этом вызывать стойкий иммунитет после не слишком большого числа прививок. Кроме того, препарат не должен быстро терять свои качества, ведь его предстоит перевезти на большие расстояния, и, наконец, его себестоимость не должна быть чересчур высокой. Сегодня существуют вакцины против гепатитов В и А. В нашей стране вакцинации против гепатита В подлежат группы риска (см. ниже), дети домов ребенка и интернатов; всех граждан поголовно от гепатитов не прививают.

Вакцина против гепатита В готовится из поверхностного антигена вируса, белка под названием HbsAg (сокращение от hepatitis B surface antigen — «поверхностный антиген гепатита В»; именно с этого белка, первоначально названного «австралийским антигеном», началось изучение вируса гепатита В, см. «Химию и жизнь» 1986, № 7). Сперва белок для вакцины получали из плазмы крови доноров, зараженных вирусом, но клинически здоровых. Такие вакцины получили название «плазменных». Затем, в эпоху биотехнологий, вирусный антиген начали производить рекомбинантные клетки, несущие ген этого белка, — дрожжи или клетки млекопитающих в культуре; такие вакцины стали называть «рекомбинантными». Эффективность у плазменных и рекомбинантных вакцин примерно одинакова — курс из трех прививок обеспечивает невосприимчивость к гепатиту В более чем у 99% привитых. Рекомбинант-



ная вакцина хороша тем, что получается много очень чистого белка, который заведомо не содержит ни вирусов гепатита, ни какой-либо иной заразы. (Плазменные вакцины, конечно, тоже подвергаются тщательной очистке, однако сам факт, что препарат делают из донорской крови, многих пугает — слишком впечатляющие были прецеденты...) Зато себестоимость рекомбинантной вакцины выше, для ее производства необходим высокий уровень обучения персонала и техническое оснащение, которое не у всех есть. Поэтому плазменные вакцины производят в развивающихся странах, особенно там, где гепатит В широко распространен: в КНР, Южной Корее, Тайване, а рекомбинантные — в Западной Европе, США и Японии. За первое десятилетие (1981–1991 годы) прививки той или иной вакциной во всем мире получили около 100 млн. человек. В России рекомбинантную дрожжевую вакцину против гепатита В производит фирма «Комбиотех ЛТД».

Прививка делается три раза, и устойчивость к заболеванию сохраняется пять лет. Серьезные побочные эффекты, подобные анафилактики, бывают в одном случае из сотен тысяч. Весомых подтверждений в пользу того мнения, что вакцина против гепатита В будто бы может стать причиной рассеянного склероза, нет — скорее всего, это обыкновенная «утка», созданная на основе рокового совпадения. Согласно рекомендациям врачей, вакцинироваться в первую очередь должны дети до 18 лет (если они не получили прививки при рождении) и группы риска: те, у кого болеют домочадцы (особенно сексуальные партнеры), новорожденные, родившиеся от больных матерей, те, кто имеет несколько партнеров или вступает в гомосексуальные связи, медицинские работники, контактирующие с кровью или другими выделениями больных, а также те, кто отправляется в области, где гепатит В распространен.

Три биопромышленные фирмы («Смит Кляйн Бичем», Бельгия (Smith Kline Beecham); «Пастер-Мерье», Франция (Pasteur-Merieux); «Мерк Шарп и Доум», США (Merck Sharpe & Dohme)) изготавливают вакцину против гепатита А, содержащую инактивированный вирус. Для установления долговременного иммунитета (на двадцать лет и дольше) достаточно двух доз. Подобные же вакцины производятся в России, ФРГ и Японии. В КНР применяют вакцину из ослабленного варианта вируса гепатита А.

Кратковременную защиту, скажем на время одной поездки, может обеспечить внутримышечное введение антивирусных иммуноглобулинов. Вирусную вакцину нельзя вводить, если человек уже заразился гепатитом А (кстати, отсюда следует, что перед вакцинацией обязательно надо сдать анализ), и в этом случае тоже применяют иммуноглобулины.

Вакцинация против гепатита А рекомендуется людям, которые собираются в страны с высоким уровнем заболеваемости. Если верить карте американского Центра контроля за инфекционными заболеваниями, весь «третий мир» — это высокий уровень, СНГ и Европа — средний, Испания с Португалией, Австралия, Канада, США и Мексика — низкий, а скандинавские страны — очень низкий (www.cdc.gov/ncidod/diseases/hepatitis). Другие группы риска — люди с заболеваниями печени, для которых заражение особенно опасно, гомосексуалисты и наркоманы, биологи, работающие с обезьянами или с вирусами гепатита.

Вакцин против вирусных гепатитов С и Е пока не существует.

Россия

По данным ВОЗ, более трети населения мира инфицировано различными формами вирусного гепатита, и 5% из них (это более 350 млн. человек) — хронические носители инфекции. От вирусных гепатитов и связанных с ними осложнений ежегодно умирает около 2 млн. человек. А что в России?

В нашей стране встречаются все формы гепатита; уровень заболеваемости у нас считается средним, а гепатитом Е — даже низким (впрочем, эти данные — «средние по палате»: например, в республиках Тува и Якутия уровень гепатита В высокий). Более подробные данные можно найти в Интернете, на сайте некоммерческого объединения российских ученых и медиков www.hepatitinfo.ru.

Распространенность вирусных гепатитов оценивают по данным регистрации заболеваемости и по частоте выявления маркеров вирусов или антител к ним в сыворотке крови. В России официально регистрируется заболеваемость острыми гепатитами А, В и С. В 1997 году отмечено 142 966 случаев вирусного гепатита, из них острый гепатит А составил 51,6% (73 712 случаев), гепатит В — 37,6% (53 694 случая) и гепатит С — 9,4% (13 383 случая). Напомним, что гепатиты могут протекать в скрытой форме, так что статистика, вероятно, несколько занижена.

Почти везде у нас снижается уровень заболеваемости гепатитом А, зато наблюдается рост гепатитов В и С. Почему дело обстоит именно так, можно понять, если вспомнить пути заражения гепатитами А, В и С. Руки мыть люди научились, но научились и пользоваться шприцами, а вот презервативами — еще нет...

Острый гепатит В за последние 20 лет стал встречаться в три раза чаще. В 1997 году им болели 36,3 человека на каждые 100 тысяч. (Для сравнения, в странах Скандинавии, в Ирландии и Великобритании гепатитом В болеют менее 1, а в Германии, Франции, Италии — 3–5 на 100 тыс.) В 1990–1992 годах начался спад заболеваемости, видимо связанный с мероприятиями по профилактике ВИЧ-инфекции, но с 1993 года рост возобновился и ускорился. Ситуация в регионах различная: в Центрально-Черноземном регионе (Костромская, Ярославская, Рязанская области) показатель заболеваемости составлял 6–9 на 100 тыс. населения, в Тюменской области — 60,02; Свердловской — 57,7; Новосибирской — 79,8; Томской — 80,9. В Москве показатель заболеваемости гепатитом В в 1997 году достиг 61,24 на 100 тысяч. В последнее десятилетие резко выросла заболеваемость гепатитом С. Территориальное распределение его в общем такое же, как у гепатита В, но частота встречаемости несколько ниже — по данным на 1997 год, около 9 человек на 100 тысяч.

Лечение

Сейчас во всех стационарах делают анализ на гепатиты, особенно если предполагается оперативное вмешательство — в отделениях хирургии, урологии, офтальмологии. Биохимическими методами определяют функциональную активность печени, наличие воспаления, а для того, чтобы узнать, заражен ли больной вирусом и каким именно, в сыворотке крови ищут вирусные белки или антитела к ним. Более чувствительный метод — реакция ПЦР, позволяющая обнаружить в образце даже единичные ко-



пии вирусного генома. Если необходимо тщательно наблюдать за ходом заболевания, РНК вируса в крови определяют полуколичественным методом. В принципе современные методы позволяют даже подсчитать копии вируса в одном миллилитре.

Сегодня не существует высокоэффективного препарата для лечения того или иного вирусного гепатита. Нет таблетки или инъекции, которая гарантированно истребила бы все вирусы гепатита В или С в организме. Из всех противовирусных средств наиболее действенными оказались препараты интерферонов. Хотя и не у всех больных хроническим вирусным гепатитом они дают устойчивый эффект, но все же они значительно снижают риск цирроза и рака печени.

Напомним, что интерфероны — особый класс белков, которые вырабатываются клетками животных и подавляют жизнедеятельность микроорганизмов. Кроме того, интерфероны действуют как иммуномодуляторы — регулируют работу иммунной системы и подавляют неконтролируемое деление (пролиферацию) раковых клеток. Интерфероны вырабатываются в организме в ответ на инфекцию, но этого не всегда бывает достаточно для выздоровления, а, например, при гепатите В продукция интерферонов даже снижается.

На нашем лекарственном рынке сейчас есть реаферон («Вектор Фарм», Россия), американский интрон А («Шеринг Плуг», США), роферон («Роше», Швеция) и другие препараты. Эффективность интерферонов во многих случаях возрастает, если применять их в комбинации с другими антивирусными препаратами, такими, как рибавирин. Кроме того, применяются иммуномодуляторы, индукторы интерферона, гепатопротекторы — препараты, улучшающие работу печени. Однако единой схемы лечения для всех больных гепатитами нет и быть не может: в каждом случае необходим индивидуальный подход с учетом множества факторов.

После правильно проведенного курса лечения никогда не развивается

цирроз или рак. Однако необходимо помнить, что примерно 30% больных и после успешного лечения остаются носителями вируса и должны находиться под наблюдением врача. Иногда через год, иногда через два года вдруг снова появляется вирусная РНК в крови, и приходится снова лечиться. Но даже исчезновение вируса из крови не всегда означает, что наступило полное выздоровление: репликация вируса может продолжаться и в печени, и в других органах. Доказано, что гепатит С и В может находиться в клетках сердца, вызывая миокардиты, или в почках, может циркулировать в клетках крови или в лимфосистеме. Будут ли в новом веке гепатиты окончательно побеждены? Слово за медиками и учеными.

Чтобы не заканчивать статью на столь мрачной ноте, расскажем о терапевтическом методе, который многим покажется необычным, хотя в отделении вирусных гепатитов при ЦНИИ эпидемиологии его применяют уже 12 лет, — озонотерапии. Читатели «Химии и жизни» помнят, что озон обладает бактерицидным действием. Еще во время Второй мировой войны немецкие врачи обдували им раненых и добивались очень хороших результатов. Но с появлением антибиотиков интерес к озону упал. (Хотя питьевую воду и сегодня иногда очищают и обеззараживают озонированием.) Во внутренней среде организма озон выступает как сильный окислитель, и этим он опасен. Однако его действие зависит от дозы. А.В.Змызгова с сотрудниками разработала методики, позволяющие использовать озон для лечения гепатитов и других болезней, при которых имеет место интоксикация организма, например диабета. Эти методики и многие другие применяют на практике в московском Научно-практическом центре озонотерапии.

Озон получают из чистого медицинского кислорода с помощью специальной аппаратуры. Озоно-кислородную смесь, в которой озона не более 3–5%, можно вводить внутривенно

и даже внутривенно. У больного берут 100–150 мл крови и перемешивают ее с терапевтической дозой газа, которую подбирают индивидуально. Сразу после этого кровь переливают больному обратно (иногда с той же целью используют озонированный физиологический раствор). Озона в крови уже нет: во время перемешивания он прореагировал с ненасыщенными жирными кислотами, образовав озониды, чрезвычайно активные биомолекулы. Они-то и оказывают терапевтический эффект.

Механизм действия озонидов хорошо изучен. Они имеют свободную валентную связь, поэтому взаимодействуют с токсинами и вовлекают их в цикл Кребса, тем самым способствуя их обезвреживанию и выведению. Кроме того, озониды активируют регуляторные процессы, увеличивают употребление глюкозы, причем восполняется энергетический дефицит, активнее начинают работать антиоксидантная система крови, иммунная система и другие защитные системы организма. Таким образом, озонотерапия — прекрасный метод детоксикации. А это, как уже говорилось в начале статьи, особенно полезно при нарушениях функции печени. Самочувствие больных быстро улучшается, и не только физическое, но и моральное — ведь человек, узнав о том, что у него гепатит С, переживает тяжелое потрясение, а зловещие симптомы вызывают у него депрессию, отнимают веру в выздоровление. После озонотерапии вирус уходит из крови в три-четыре раза быстрее, легче проходят и сопутствующие инфекции.

Итак, что из всего этого следует? Бояться ли вирусных гепатитов, делать ли прививки, сдавать ли анализы? Давать конкретные советы не хочется, но мы полагаем, что на основе приведенной здесь информации читатель может сделать выводы сам.





ТЕХНОЛОГИИ ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Первая выставка-симпозиум идей и инвестиций

МИЛЛЕНИУМ

14-17 февраля 2002 года
Одесса Морской вокзал

www.sudohodstvo.com

Учредители: Министерство экономики
Одесский горисполком
Одесская облгосадминистрация

При поддержке:



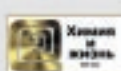
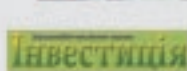
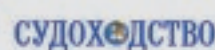
Патронат:

Генеральный информационный спонсор:



ОПУ + ПНИМФ
ЧерноморНИИпроект
Юридическая фирма

Информационные спонсоры:



Организатор:

Пер. Сабанский, 1, офис 2, Одесса, 65014, Украина
Тел.: +38 (0482) 22-63-19, 22-75-00, Факс: +38 (0482) 25-09-66
E-mail: abe@sudohodstvo.com



О.Ю.Соколов,
кандидат биологических наук
Н.В.Кост
Научный центр психического
здоровья РАМН

Лекарство для меланхоликов

Стресс — индикатор темперамента

В наше напряженное время вряд ли кому-нибудь надо объяснять, что такое стресс. Но обращали ли вы внимание на то, что на одну и ту же ситуацию разные люди реагируют по-разному? Одни в поисках выхода из опасной ситуации выбирают путь активной борьбы с неприятностями. Другие предпочитают переждать тяжелые времена, пряча голову в песок, как страусы. Это крайние точки в широком спектре реакций, которые у психологов называются стратегией преодоления стресса. К сожалению, не каждый стресс удаётся легко преодолеть, а длительный, хронический стресс приводит к различным заболеваниям.

Как стратегия преодоления стресса, так и болезни, им вызываемые, зависят от характера, темперамента

и других свойств личности. Это отмечали еще древние греки. В соответствии с существовавшей тогда теорией о роли биологических жидкостей в организме Гиппократ делил людей на меланхоликов (чей характер определяет черная желчь), холериков (желчь), сангвиников (кровь) и флегматиков (слизь).

Психологические особенности, характерные для этих типов людей, были сформулированы в 1963 году Г. и С. Айзенками, которые предложили специальный тест, позволяющий оценивать людей по двум шкалам: шкале экстраверсии-интроверсии и шкале невротизма. Экстраверты — общительные, активные, самоуверенные и импульсивные люди. Интроверты, напротив, необщительны, пассивны, рассудительны. Шкала невротизма оценивает степень психической устойчивости, тревожности,

напряженности, отношения к себе и окружающему миру. В соответствии с этими шкалами меланхолики — это интроверты с высоким уровнем невротизма, холерики — экстраверты с высоким уровнем невротизма, сангвиники — экстраверты с низким уровнем невротизма и флегматики — интроверты с низким уровнем невротизма (рис. 1).

Многочисленные исследования показали, что для экстравертов более характерно развитие таких соматических заболеваний, как гипертония. (Не зря Гиппократ выбрал термин «кровь» для обозначения сангвиников!) И напротив, как показывает статистика, интроверты имеют меньший риск развития патологии сердечно-сосудистой системы, но более подвержены онкологическим заболеваниям. Кроме того, врачами давно отмечено, что среди меланхоликов риск

Интроверты

0



Высокий невротизм

24



Экстраверты

24



Низкий невротизм

0

1
Современная «карта темпераментов», обогащенная понятиями экстраверсии-интроверсии и невротизма



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

развития тревожных расстройств под действием стресса многократно выше, чем у лиц с другим темпераментом.

Почему же люди разных темпераментов столь по-разному реагируют на стресс?

Поскольку модное в VI веке до н.э. учение о биологических жидкостях не удовлетворяет современную науку, то медики и биологи стали искать ответ, изучая биохимию стресса, и в первую очередь механизмы развития тревоги в норме и патологии.

Две стороны тревоги

Считается, что ощущение тревоги — это первая реакция нашего организма на изменение окружающей обстановки, то есть на стресс. По значимости тревогу можно сравнить с болью — она такой же сигнал неблагополучия, заставляющий нас искать выход из создавшейся опасной ситуации. Иными словами, тревога полезна как необходимое звено инстинкта самосохранения, и умеренный уровень тревоги — вполне нормальный признак здорового человека.

В генезе тревоги участвует множество систем, которые условно можно подразделить на две «противоборствующие» группы. Это, с одной стороны, системы активации, мобилизующие организм на борьбу, в первую очередь симпатoadреналовая система, благодаря которой происходит выброс адреналина в ответ на стресс. С другой стороны — системы, лимитирующие деятельность первых. К ним относятся, в частности, некоторые системы регуляторных пептидов. В Научном центре психического здоровья РАМН уже не одно десятилетие занима-

ются исследованием одной из них — эндогенной опиоидной системы.

По современным воззрениям опиоидная система осуществляет тонкую настройку различных функциональных ансамблей на клеточном и системном уровнях. Она не только противодействует стрессу, но и участвует в регуляции эмоциональной сферы, болевой чувствительности, в процессах обучения и памяти, в деятельности дыхательной, сердечно-сосудистой, иммунной систем, терморегуляции.

Пептиды радости

История эндогенной опиоидной системы началась в 70-е годы прошлого столетия, когда было установлено, что в мозге (а потом и других органах) млекопитающих существуют рецепторы к морфину, тому самому алкалоиду, который с древних времен люди экстрагировали из мака, чтобы снять напряжение, уйти от тревожащих их проблем... Затем было обнаружено, что в организме синтезируются собственные (эндогенные) вещества, взаимодействующие с этими рецепторами, названные опиоидами. В настоящее время их насчитывается несколько десятков. Большинство из них имеют пептидную природу, как, например, эндорфины и энкефалины. Эти пептиды, взаимодействуя с соответствующими опиоидными рецепторами, включают так называемую систему внутреннего вознаграждения: именно опиоидам мы обязаны тем приятным ощущениям, которые испытывает человек, достигнув успеха (в науке, бизнесе или занятиях спортом), в период сексуального возбуждения,

при приеме пищи. Не зря первые исследователи нарекли их «пептидами радости».

Природа мудро позаботилась о том, чтобы в организме не происходило «передозировки» эндорфинов, снабдив нас целым набором ферментов, разрушающих эти пептиды. В результате их время жизни очень коротко. Так, например, пентапептид лей-энкефалин (его аминокислотный состав тирозин-глицин-глицин-фенил-аланин-лейцин) имеет период полураспада в крови менее двух минут.

В плазме крови человека обнаружено как минимум семь ферментов, гидролизующих лей-энкефалин, — пять аминопептидаз, одна диамино- и одна дикарбоксипептидаза, — в дальнейшем будем называть их энкефалиназами.

Пытаясь прояснить особенности опиоидной системы у людей с различными темпераментами, мы пригласили для обследования 60 добровольцев, которые ответили на 57 вопросов теста Айзенка, а затем сдали по несколько миллилитров крови. В плазме их крови мы исследовали активность энкефалиназ, а точнее, время полужизни лей-энкефалина ($\tau_{1/2}$).

Оказалось, что время полужизни лей-энкефалина обратно пропорционально уровню экстравертированности личности. То есть чем медленнее распадаются эндогенные опиоиды в крови, тем человек спокойнее и тем менее он склонен к проявлению эмоций. Наибольшее время полужизни лей-энкефалина наблюдается у людей флегматического темперамента, наименьшее — у сангвиников. Остальные группы занимают промежуточное положение (рис. 2).

По темпераменту и счастье

Биологический смысл обнаруженных различий, возможно, связан с упомянутыми выше «стратегиями преодоления», выбираемыми в условиях стресса интровертами и экстравертами.

Для интровертов (флегматиков и меланхоликов) их «репрессивный

Кто защитит энкефалин?

Каков же биохимический механизм этих различий? Мудрость природы бесконечна, и на каждый созданный ею фермент заготовлены вещества, регулирующие его активность, в частности ингибиторы. Поэтому, обнаружив изменение скорости ферментативной деградации энкефалина в плазме крови, мы не можем определенно сказать, связано ли оно с концентрацией ферментов или их ингибиторов. (Энкефалин может исчезать слишком быстро по двум причинам: или слишком много фермента, расщепляющего энкефалин, или слишком мало ингибитора, который должен останавливать работу фермента.)

Для прояснения данного вопроса необходимо обратиться к ферментативной кинетике. Время полужизни лей-энкефалина ($\tau_{1/2}$) в плазме мы измеряли по скорости расщепления этого пептида, добавленного в инкубационную среду в низкой концентрации, близкой к естественным концентрациям опиоидов в крови. В этих условиях вещества, способные ингибировать данную реакцию, свободно конкурируют с субстратом за связывание с активным центром фермента, а следовательно, существенно влияют на скорость гидролиза энкефалина.

Если же проводить ту же реакцию при высоких концентрациях субстрата (добавив в инкубационную среду избыток лей-энкефалина), он с многократным запасом насыщает все активные центры фермента. Тогда, при условии обратимости, у ингибиторов нет шанса добраться до ферментов, и их вклад в определяемую скорость реакции частично или полностью нивелируется (рис. 3).

В соответствии с теорией Михаэлиса—Ментен скорость ферментативной реакции при насыщающих концентрациях субстрата называется максимальной (V_{max}) и отражает истинную концентрацию (активность) фермента. Сравнивая эти два параметра у людей с различными типами темперамента, мы обнаружили, что, несмотря на существенные различия величины $\tau_{1/2}$, значение V_{max} во всех четы-

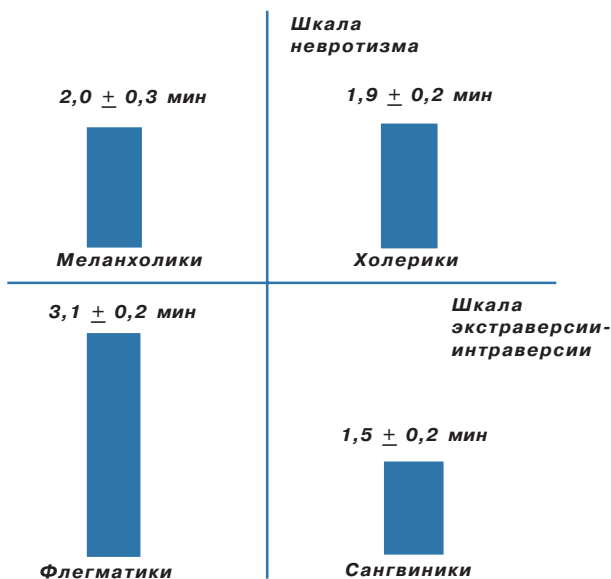
2

Время полужизни энкефалина в плазме крови людей с разным темпераментом

стиль преодоления», сопровождающийся подавлением внешних проявлений тревоги, вполне возможно, определяется более медленным распадом эндогенных опиоидов. Именно здесь опиоиды выступают в роли стресс-протекторов, защитников, подавляющих проявления центральных и периферических (вегетативных) реакций на стресс и тревогу.

Присущая экстравертам (сангвиникам и холерикам) «экспрессивная стратегия преодоления», наоборот, сопровождается высоким уровнем активации основных стресс-реализующих систем, прежде всего симпато-адреналовой. Опиоидная система здесь бессильна. Возможно, при таком низком времени полужизни энкефалинов, которое наблюдается в плазме крови экстравертов, особенно сангвиников, опиоиды просто не успевают выполнить свою спасительную функцию.

Как уже отмечалось, у меланхоликов риск развития тревожных расстройств под действием стресса многократно выше, чем у лиц с другими темпераментами. И действительно, высокий уровень невротизма у этих людей сопровождается, по нашим данным, уменьшением времени полужизни энкефалинов в полтора раза по сравнению с флегматиками.



рех группах достоверно не отличалось. Более того, хотя оба эти параметра характеризуют одну и ту же ферментативную систему и, теоретически, чем выше концентрация ферментов, расщепляющих энкефалин, тем короче должно быть время его жизни, подобной зависимости обнаружено не было. Все это, скорее всего, означает, что темперамент человека связан с наличием веществ, ингибирующих ферменты деградации энкефалина. Похоже, что особенно важны эти вещества для интровертов. Возможно, именно они помогают флегматикам спокойней всех чувствовать себя в тяжелых жизненных ситуациях.

У интровертов с более высоким невротизмом (меланхоликов) существует некоторый дефицит этих ингибиторов, и поэтому в стрессовых ситуациях столь важные для них эндогенные опиоиды разрушаются и не успевают выполнить свою защитную функцию. Это приводит к неприятным последствиям, одно из которых — развитие тревожных расстройств.

В самом деле, дополнительные исследования выявили недостаток эндогенных ингибиторов энкефалина в крови больных с некоторыми формами тревожных расстройств по сравнению со здоровыми донорами. Поэтому возникла идея о патогенетическом обоснованном лечении таких больных с помощью введения синтетических ингибиторов.

Чтобы белая мышь не боялась

Как показали дальнейшие исследования, подобным ингибирующим эффектом обладает новый пептидный препарат «селанк». Гептапептид селанк (Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro) создан в Институте молекулярной генетики РАН на основе тетрапептида тафтцина — фрагмента молекулы тяжелой цепи иммуноглобулина G, с добавлением последовательности Pro-Gly-Pro для большей устойчивости к действию пептидаз.

В экспериментах *in vitro* нами было обнаружено, что селанк ингибирует энкефалиназную активность сыворотки крови человека, а также мембранной фракции среднего мозга крысы. Причем ингибирующий эффект препарата был более выражен по сравнению с действием стандартных ингибиторов пептидаз — пурамицина, лейпептина и других, уступая только бацитрацину. Кроме нативного гептапептида, ингибирующим эффектом

обладал также пентапептидный фрагмент селанка (Pro-Arg-Pro-Gly-Pro).

Вполне вероятно, что селанк, как и энкефалины, служит субстратом для энкефалиназ, отвлекая внимание ферментов на себя. Косвенное доказательство этой версии — данные о том, что время полужизни селанка в крови составляет, как и у энкефалинов, всего несколько минут.

Опыты на животных, проведенные в Институте фармакологии РАМН, показали, что селанк обладает ярко выраженным противотревожным (анксиолитическим) действием, сходным с эффектом средних доз бензодиазепиновых транквилизаторов, но без характерных для бензодиазепинов побочных эффектов. Причем интересно отметить, что мыши разных линий по-разному реагировали на этот препарат. Ярко выраженный анксиолитический эффект, подтвержденный поведенческими тестами, селанк оказывал на белых мышей линии BalbC. В тех же тестах, с использованием тех же доз, никакого эффекта селанка на черных мышей линии C57Black6 обнаружить не удалось.

В чем же разница между мышами? Эти линии были выведены несколько десятков лет назад для иммунологи-

ческих исследований. Позже выяснилось, что они сильно отличаются по своему поведению, а главное, по реакции на стресс. В батарее поведенческих методов есть тест под названием «открытое поле». Он заключается в том, что крысу или мышь, привыкшую жить в хорошей компании, в небольшой клетке, при слабом освещении, вдруг помещают на ярко освещенную площадку огромного для нее размера (около метра в диаметре). Для грызунов это сильный стресс. Вот тут-то и проявляются отличия между черными и белыми мышами. Если в своих родных клетках эти мыши ведут себя примерно одинаково, то при попадании в «открытое поле» C57Black6 начинают носиться, как угорелые, а BalbC замирают и не могут двинуться с места.

Не напоминает ли это вам описанные выше стратегии преодоления стресса у людей? Мыши C57Black6, подобно холерикам и сангвиникам, активно ищут выход из стрессовой ситуации. А на кого похожи BalbC? Правильно, это «интровертированные личности». Проявят ли они себя как флегматики или меланхолики, наверно, зависит от того, какой силы стресс им устроить. Так вот, селанк подей-

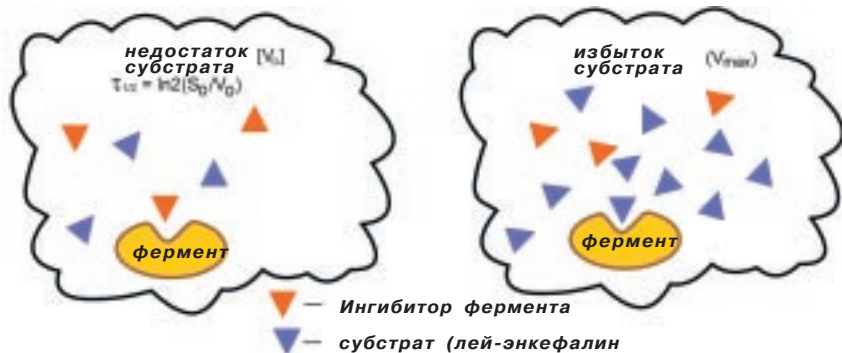
ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ствовал именно на них. Белые мыши и в «открытом поле» стали поактивнее, и в других тестах проявили меньшую тревожность по сравнению с контрольными животными.

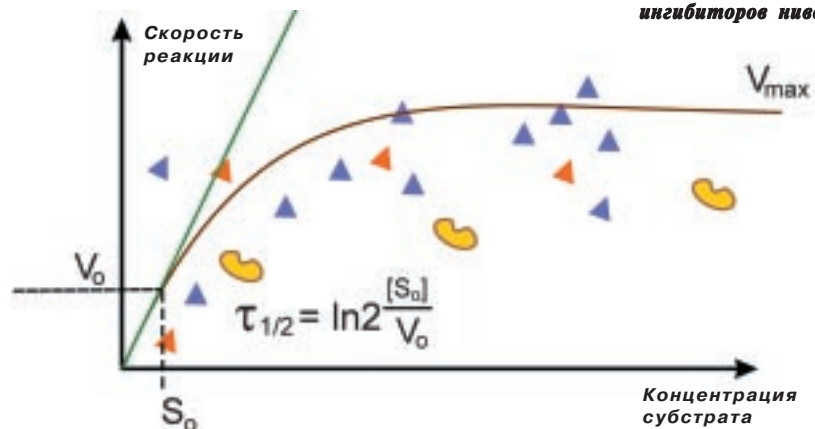
В настоящее время селанк успешно проходит клинические испытания в ряде лечебных учреждений города Москвы. Данные о терапевтическом эффекте этого препарата пока не опубликованы, но наши биохимические результаты свидетельствуют о том, что практически у всех больных уменьшилась активность энкефалиназ в плазме крови. А вот время полужизни энкефалина значительно возросло лишь у больных с темпераментом меланхоликов. В результате именно в этой группе больных этот параметр достиг уровня здоровых людей.

Итак, уважаемый читатель, если вы предпочитаете книги шумным компаниям и при этом нередко волнуетесь по поводу ужасных событий, которые могли бы случиться, но не случились (это лишь два из 57 вопросов, предлагаемых Айзенками), то очень вероятно, что по темпераменту вы меланхолик. И как ни трудно вам при таком темпераменте радоваться, все-таки радуйтесь: для вас придумано лекарство, которое поможет в непростой ситуации.

А пока селанк проходит клинические испытания, помните, что этот пептид — всего лишь один из многих способов поддержать вашу эндогенную опиоидную систему. Испробуйте другие способы: великолепно выполненная (и оплаченная) работа, долгожданная встреча с любимым человеком, легкая пробежка по утреннему лесу и много-много прочих радостей ждет вас на каждом шагу. Разгляньте их, и тогда никакие энкефалиназы не справятся с тем потоком «пептидов радости», который забурлит в вашем организме.



3
Темперамент подчиняется законам биохимии, а биохимия — законам химии, точнее, кинетики реакций: при низких концентрациях субстрата (а) ингибитор (в) свободно конкурирует с ним за активный центр фермента (с) — это область «начальной» скорости реакции (V_0), а при высоких концентрациях субстрата скорость реакции (V_{max}) зависит от концентрации (активности) фермента и влияние ингибиторов нивелируется



Определите свой темперамент

Тест Айзенков

Вам будет предложено несколько вопросов об особенностях вашего поведения и ваших чувств. После каждого вопроса оставлено место для ответа «да» или «нет». Постарайтесь решить, какой ответ соответствует характерному для вас поведению или чувству. Затем поставьте крестик в колонку против вопроса. Работайте быстро, не тратьте слишком много

времени на какой-нибудь вопрос: интересна ваша первая реакция, а не результат долгих размышлений. Весь вопросник не должен занять больше нескольких минут. Не пропускайте какой-либо вопрос. Здесь не может быть хороших или плохих ответов, это не испытание ума или способностей, а лишь выявление особенностей поведения.

Вопрос	Да	Нет
1. Вы часто испытываете тягу к новым впечатлениям, к тому, чтобы встряхнуться, испытать возбуждение?		
2. Часто ли вы чувствуете, что нуждаетесь в друзьях, которые вас понимают, могут ободрить или утешить?		
3. Вы считаете себя человеком беззаботным?		
4. Очень ли трудно вам отказаться от своих намерений?		
5. Вы обдумываете свои дела не спеша, предпочитаете подождать, прежде чем действовать?		
6. Вы всегда сдерживаете свои обещания, не считаясь с тем, что это вам невыгодно?		
7. Часто у вас бывают подъемы и спады настроения?		
8. Вообще, вы действуете и говорите быстро, не задерживаясь для обдумывания?		
9. Возникало ли у вас чувство, что вы несчастный человек, хотя никакой серьезной причины для этого не было?		
10. Верно ли, что вы почти на все могли бы решиться, если дело пошло на спор?		
11. Вы смущаетесь, когда хотите завязать разговор с симпатичным (ной) незнакомцем (кой)?		
12. Бывает ли когда-нибудь, что, разозлившись, вы выходите из себя?		
13. Часто ли бывает, что вы действуете под влиянием минуты?		
14. Часто ли вас терзают мысли о том, что вам не следовало делать или говорить?		
15. Предпочитаете ли вы книги встречам с людьми?		
16. Верно ли, что вас довольно легко задеть?		
17. Вы любите часто бывать в компании?		
18. Бывают ли иногда у вас такие мысли, что вы не хотели бы, чтобы о них знали другие?		
19. Верно ли, что вы иногда полны энергии, так, что все в руках горит, а иногда совсем вялы?		
20. Предпочитаете ли вы иметь поменьше приятелей, но зато особенно близких вам?		
21. Вы много мечтаете?		
22. Когда на вас кричат, вы отвечаете тем же?		
23. Часто ли вас терзает чувство вины?		
24. Все ли ваши привычки хороши и желательны?		
25. Способны ли вы дать волю своим чувствам и всю повеселиться в шумной компании?		
26. Можно ли сказать про вас, что нервы у вас часто бывают натянуты до предела?		
27. Вы слывете за человека живого и веселого?		
28. После того как дело сделано, часто ли мысленно вы возвращаетесь к нему и думаете, что вы могли бы сделать лучше?		
29. Вы обычно чувствуете себя спокойным, когда находитесь в компании?		



Вопрос	Да	Нет
30. Бывает ли, что вы передаете слухи?		
31. Бывает ли что вам не спится из-за того, что разные мысли лезут вам в голову?		
32. Если вы хотите узнать что-нибудь, то вы предпочитаете прочитать об этом в книге, чем спросить у друзей?		
33. Бывает ли у вас сильное сердцебиение?		
34. Нравится ли вам работа, которая требует пристального внимания?		
35. Бывают ли у вас приступы дрожи?		
36. Вы всегда высказываетесь в духе общепринятого?		
37. Вам неприятно бывать в компании, где подшучивают друг над другом?		
38. Вы раздражительны?		
39. Вам нравится работа, требующая быстроты действий?		
40. Верно, что вам нередко не дают покоя мысли о разных неприятностях и «ужасах», которые могли бы произойти, хотя все кончилось благополучно?		
41. Вы медлительны и неторопливы в движениях?		
42. Вы когда-нибудь опаздывали на свидание или на работу?		
43. Часто ли вам снятся кошмары?		
44. Верно ли, что вы так любите поговорить, что никогда не упустите удобный случай побеседовать с незнакомым человеком?		
45. Беспокоят ли вас какие-нибудь боли?		
46. Вы чувствовали бы себя несчастным, если бы долго не могли видеться со многими своими знакомыми?		
47. Вы можете назвать себя нервным человеком?		
48. Среди людей которых вы знаете, есть такие, которые вам явно не нравятся?		
49. Могли бы вы сказать о себе, что вы уверенный в себе человек?		
50. Вас легко задеть, если покритиковать ваши недостатки или недостатки вашей работы?		
51. Вы считаете, что трудно получить настоящее удовольствие от вечеринки?		
52. Беспокоит ли вас чувство, что вы чем-то хуже, чем другие?		
53. Вам нетрудно внести оживление в довольно скучную компанию?		
54. Бывает ли, что вы говорите о вещах, в которых совсем не разбираетесь?		
55. Вы беспокоитесь о своем здоровье?		
56. Вы любите подшучивать над другими?		
57. Страдаете ли вы от бессонницы?		

По результату тестирования присваивается один балл за каждый вопрос, если ваш ответ на вопрос совпадает с ответом в представленном ниже «ключе»:

1. Шкала невротизма:

«да» — вопросы 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 19, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 35, 38, 40, 43, 45, 47, 50, 52, 55, 57.

2. Шкала интроверсии-экстраверсии:

«да» — вопросы — 1, 3, 8, 10, 13, 22, 25, 27, 39, 44, 46, 49, 53, 56.

«нет» — вопросы — 5, 15, 20, 29, 32, 34, 37, 41, 51.

Суммируйте полученные баллы по каждой шкале в отдельности, а затем, отложив полученные значения по соответствующим шкалам, найдите свой темперамент.

Можно ли верить результату, определите с помощью шкалы лживости:

«да» — вопросы 6, 24, 36;

«нет» — вопросы 12, 18, 30, 42, 48, 54.

Если вы набрали более пяти баллов, значит, отвечая на вопросы, вы, мягко говоря, слукавили.



Революция в науке о личности

После 16 июля 1999 года, когда упал в море самолет, которым управлял Джон Кеннеди (сын убитого президента и племянник Роберта Кеннеди), все журналисты хором заговорили о злом роке, преследующем эту семью. Действительно, десять потомков Джозефа и Розы Кеннеди уже умерли, и средняя продолжительность их жизни составляет 44 года, тогда как их сверстников — 72 года. Но для профессора Ричарда Эбштейна (госпиталь Сары Херцог, Израиль) подобные разговоры просто смешны,

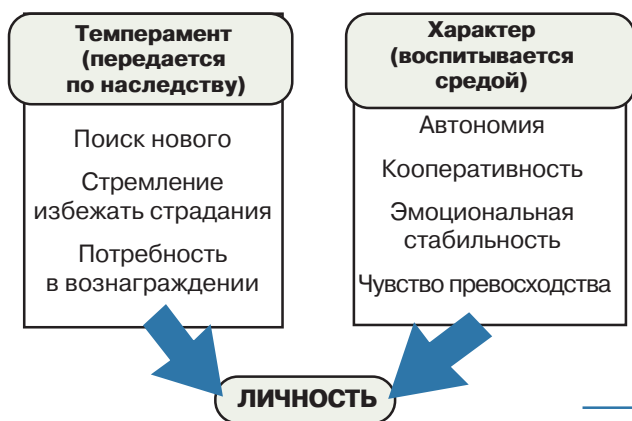
Когда мы готовили к публикации статью «Лекарство для меланхоликов», оказалось, что почти половина июньского номера за 2001 год французского научно-популярного журнала «Science et avenir» посвящена близкой теме: генетике и биохимии темпераментов. Этот журнал считает себя пионером в области психобиологии, так как в 1995 году впервые написал об исследовании Р.Клонинджера и опубликовал разработанную им трехмерную карту личности. Предлагаем нашим читателям подборку из дружественного журнала.

поскольку он уверен: это не злой рок, а гены. Он предполагает, что в семье Кеннеди по наследству передается особая форма гена, ответственная за отчаянный тип темперамента, в котором основное — «поиск нового». Такие люди имеют ярко выраженный исследовательский характер, который заставляет их снова и снова испытывать экстремальные ситуации и получать сильные эмоции, недостижимые в обычной жизни.

Не так давно профессор Эбштейн обнаружил, что у «любителей нового» ген DRD4 чуть длиннее, чем обычно. (Это подтвердил и Дин Хэмер из Национального института психического здоровья, США. Доктор Хэмер даже предложил членам семьи Кеннеди сделать генетический анализ, но ответа пока не получил.) Этот ген кодирует белок — рецептор D4. Он принимает сигнал от дофамина, нейромедиатора, который выделяется из нервных окончаний, когда мы испытываем удовольствие, возбуждение, а также находимся в состоянии агрессивности и сексуальной активности. (Подробнее о дофамине и его рецепторах см. в статье В.Б.Прозоровского в следующих номерах журнала.) Понятно, что рецептор дофамина — важнейшая деталь механизма, управляющего эмоциями.

Теперь сделаем небольшой экскурс в историю. В 1994 году психиатр и генетик профессор Роберт Клонинджер (университет штата Вашингтон, США) предложил объединить две дисциплины, которые до него существовали врозь. Психиатры определяли нарушения в настроении и поведении пациентов с помощью стандартного клинического опросника, а нейробиологи занимались исследованием эмоций с биохимической точки зрения.

Клонинджер, во-первых, предложил клиницистам инструмент для более точной диагностики — сложный вопросник («Определение темперамента и



Личность — это сочетание темперамента и характера. По Клонинджеру, темперамент состоит из трех независимых составляющих, каждая из которых выражена у конкретной личности в разной степени. Характер — это сочетание четырех независимых черт. Задача психологических тестов — выявить, насколько выражены эти составляющие



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Формирование темперамента и характера

	Темперамент	Характер
Формирование	автоматическое	сознательное
Отделы мозга	лимбическая система	кора головного мозга
Влияние генов	40–60%	10–15%
Влияние семьи	0	30–35%
Внесемейное влияние	40–60%	40–60%

характера», или «Temperament and character inventory» — TCI), ставший с тех пор одним из самых популярных на Западе для диагностики нарушений личности. (Тест Клонинджера подобен тесту Айзенков, но несколько шире. Наши психологи применяют и тот и другой.) За 30 минут с помощью TCI можно определить личность любого человека, протестировав у него выраженность четырех черт характера и трех черт темперамента.

Во-вторых, профессор Клонинджер предположил, что интенсивность каждой из черт темперамента, определяемой тестом TCI, имеет свою биохимическую подоплеку и зависит от содержания в организме специфических нейромедиаторов: дофамин — маркер «искателей нового», серотонин — визитная карточка тех, кто «бежит от страдания», а норадреналин — тех, кто «имеет потребность в вознаграждении». Генетики справедливо решили, что если дофамин напрямую связан с темпераментом, а темперамент передается по наследству (это доказывают многочисленные исследования на близнецах, воспитывавшихся врозь), то надо искать ген, ответственный за работу дофамина, и его нормальную и измененную формы. Такие гены и были найдены.

Как считает сам автор теории Клонинджер, корреляция, которую открыли генетики в рецепторе D4, конечно, очень важна, но она не объясняет, почему «любителями нового» оказываются очень разные люди. Это, скорее всего, означает, что каждая черта контролируется не одним, а несколькими генами. С 1994 года прошло много времени и психобиология шагнула далеко вперед. Все в действительности оказалось не так просто, как думалось сначала, поскольку каждый нейромедиатор вносит свой вклад в разные черты характера и темперамента. Но все же по анализу крови можно узнать многое. В последних работах Кло-

нинджер с соавторами пытался выявить темперамент добровольцев, измеряя у них 60 биологических маркеров (гормонов и нейропептидов).

В его лаборатории также занимаются исследованиями мозга и созданием карты, которая связала бы активность различных участков мозга с чертами, определяемыми тестом. Роберт Клонинджер уверен, что психиатрия находится на пороге революционных открытий. Он считает, что очень скоро психиатры смогут по карте мозга и биологическим маркерам составлять точное представление о личности, и называет новую дисциплину «функциональной психобиологией».

Практическое применение этих исследований очевидно. Например, наркоманами, употребляющими кока-

ин, движут разные причины: те, у кого сильно выражена черта «поиск нового», ищут в наркотике сильные эмоции, а те, кто «бежит от страдания», пытаются с помощью наркотика заглушить неприятные эмоции, притормозив реальность. Соответственно им нужно диаметрально противоположное лечение. Возможна и тонкая профилактика с учетом темперамента и характера. Тесты показывают, что дети, у которых одновременно высокий уровень «поиска нового» и низкий уровень «кооперативности», являются группой риска с повышенной склонностью к употреблению наркотиков, поэтому для них можно было бы проводить программы предупреждающей реабилитации, с другими ежедневными сильными эмоциями.

Темперамент и характер по Клонинджеру

Психологи считают, что личность — это результат взаимодействия двух составляющих: темперамента и характера. Темперамент — комплекс наших автоматических ответов на эмоциональные стимуляторы, который формируется в привычки. Он запрограммирован генетически, передается по наследству и стабильно проявляется с детства до зрелого возраста. Характер — наоборот, в основном воспитывается социокультурной средой и меняется с возрастом. Характер — это то, что мы сами делаем с собой и с другими.

Основываясь на работах генетиков, нейробиологов и психиатров, в 1994 году Роберт Клонинджер высказал идею, что темперамент состоит из трех основных черт, независимых между собой: стремление к поиску нового, уклонение от страдания, потребность в вознаграждении, а характер — из четырех независимых черт: автономия, способность к сотрудничеству (кооперативность), эмоциональная стабильность, чувство превосходства. Психиатрический вопросник TCI вместе с данными анализов (биологические маркеры) дают определенный тип темперамента, который связан с определенным типом характера. Сочетание темперамента и характера дает индивидуальность.

Подготовила
В.Благутина



Умные тесты

Кандидат
биологических
наук

С.В.Багоцкий

В последнее десятилетие в российскую педагогическую практику прочно вошли тесты — вопросы с четырьмя возможными ответами, из которых нужно выбрать один правильный.

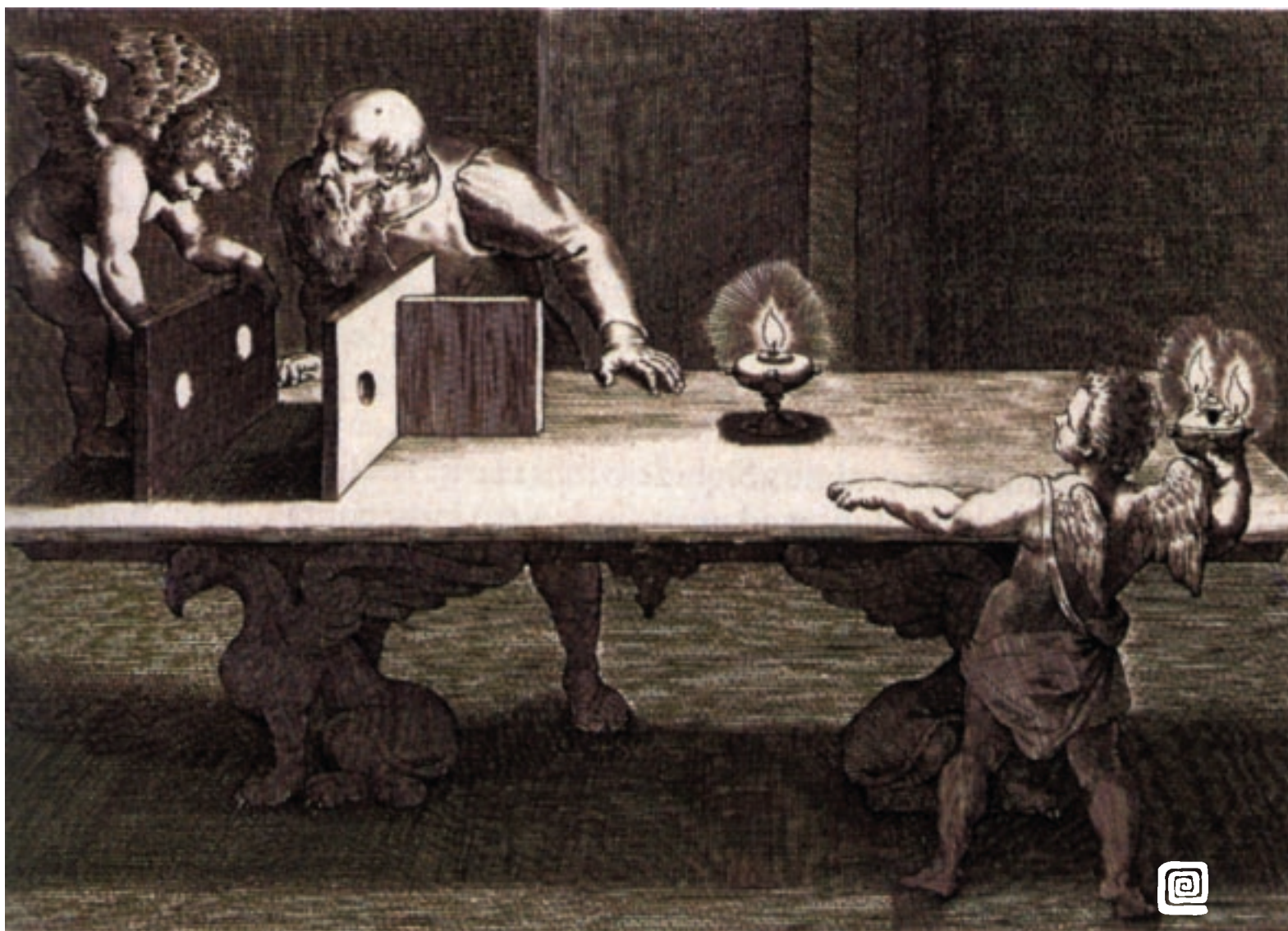
Понятно, что в первую очередь тесты стали использовать для проверки знаний. Это, так сказать, диагностика, причем по широкому кругу «симптомов». Действительно, стандартный устный экзамен (то есть не тестовый) позволяет проверить знания лишь по трем темам, которые в том или ином виде содержатся в трех вопросах экзаменационного билета, а вот если студент должен решить 50 тестов, то ему придется поднатужиться и показать свои знания уже по всем темам курса. Но и это не все, ибо тесты традиционно используют и для диагностики уровня подготовки: педагогу важно знать, насколько

ко подготовлены его ученики, что они могут воспринять, а что, увы, нет.

Казалось бы, понятно, что тесты — очень нужная вещь. Однако в нашем отечестве против них существует стойкое предубеждение. И, надо сказать, в ряде случаев это предубеждение имеет под собой некоторые основания.

Во-первых, большинство предлагаемых тестов примитивны — по существу, они проверяют лишь условные рефлексы на умные слова. А такие рефлексы легко вырабатываются и у попугая. Например, вопрос, в какой последовательности следуют друг за другом фазы деления клетки, митоза. Правильный ответ — профаза, метафаза, анафаза, телофаза — даже туповатый студент выдаст, хоть ночью его разбуди.

Во-вторых, жесткие рамки, в которые поставлен тестируемый, не позволяют выявить и оценить его индивидуальность. А это особенно важно во время вступительных экзаменов в вуз.



РАЗМЫШЛЕНИЯ

И наконец, в-третьих, в сознании населения тесты жестко ассоциируются с предлагаемой реформой образования. То есть наши люди все-таки обеспокоены перспективой снижения уровня подготовки учащихся в школах и вузах.

Вот тут мы подходим к самому принципиальному моменту. Главное назначение тестов — это не столько контроль и диагностика уровня знаний, сколько непосредственно процесс обучения. Искусство педагога заключается отнюдь не в умении хорошо объяснить нужный материал. Подлинное искусство в том, чтобы в нужный момент задать нужный вопрос, размышления над которым позволят ученику без последующих объяснений педагога (или при минимуме таких объяснений) самостоятельно разобраться в изучаемом материале. Именно самостоятельно!

Кстати, как раз такую методику использовал в своей деятельности великий мудрец древности Сократ, и это, говорят, способствовало просвещению афинских обывателей. Хотя в конце концов они Сократа все-таки казнили. Ибо получать истину в готовом виде обывателю гораздо проще, чем думать самому.

Однако будем надеяться, что с тех пор кое-что изменилось и наши ученики стали более продвинутыми, чем их античные предшественники. Поэтому вернемся к тестам — тем именно, которые обучают. Они, как это ни странно, имеют вполне определенное преимущество над обычными вопросами. Причем это преимущество в сложных ситуациях нарастает. Дело в том, что тест изначально дает подсказку, ибо тестируемый знает принцип: один из предложенных ответов правильный, остальные — нет.

Вот некоторые конкретные примеры.

В начале курса общей биологии для старших классов средней школы мы встречаем такие сведения: живые суще-

ства отличаются от неживых тел. И первым в ряду этих отличий упомянут термин «размножение». Но действительно ли это так: действительно ли способность к размножению и есть исключительно отличительное свойство жизни? Чтобы решить эту проблему, предлагаю следующий простенький тест.

К размножению НЕ способны:

- а) кошки;**
- б) рабочие пчелы в улье;**
- в) свободные нейтроны при взрыве атомной бомбы;**
- г) сплетни о личной жизни звезд рок-музыки.**

Для школьника или студента, помнящего зоологию, правильный ответ очевиден — «б». Но тогда выявляется интересное обстоятельство: выходит, размножаются не только кошки, но и свободные нейтроны, и сплетни! Как же это происходит?

Да очень просто. Когда свободный нейтрон попадает в ядро атома урана-235, это ядро раскалывается. Возникают два осколка. А попутно вылетают два или три новых свободных нейтрона, которые раскалывают другие ядра урана-235. Вот вам и размножение: количество нейтронов нарастает в геометрической прогрессии — и происходит атомный взрыв.

Точно так же ведут себя свободные радикалы в разветвленных цепных химических реакциях.

А сплетни размножаются еще проще. Юная барышня, узнав очередную новость из жизни любимого рок-музыканта, незамедлительно пересказывает ее двум-трем подружкам. По-следние, в свою очередь, делают то же самое. В результате сплетня распространяется с огромной скоростью, оккупируя все новые и новые юные головки.

Сплетни принадлежат к совершенно особому классу объектов, которые мы вправе назвать *текстами*. Такие тексты двулики. С одной стороны, это последовательность каких-то неординарных значков (звукон, букв). А с

другой стороны, это такая последовательность значков, которая обладает *смыслом*. То есть приводит к каким-то изменениям в мире. Например, возбуждает барышень до такой степени, что они уже совершенно не слушают мудрого педагога.

Тексты способны не только размножаться, но и эволюционировать. Передавая сплетню своей подружке, барышня, в меру присущей ей возбудимости и способности фантазировать, сама того не замечая, украшает рассказываемую историю новыми деталями. При дальнейшей передаче одни из таких деталей отсеются, потому что не слишком интересны, другие детали отсеются, потому что слишком уж неправдоподобны, а третьи — закрепятся, став полно-правным компонентом сплетни и, возможно, вытеснив ее первоначальный вариант. Кстати, таким же образом эволюционируют мифы, народные сказки, легенды, предания, анекдоты и так далее. Являясь продуктом стихийной эволюции, они зачастую превосходят сочинения профессиональных авторов.

А через несколько уроков ученики узнают, что молекулы ДНК — это тоже тексты. И что в основе передачи сплетен и размножения кошек лежит один и тот же процесс — процесс размножения текстов. Вот какой богатый улов принес наш, казалось бы, прос-тенький тест!

А теперь настала пора для следующего теста.

Размножаются:

- а) книги, которые печатают в типографии;**
- б) книги, которые переписывали монахи в монастырях;**
- в) рабочие пчелы в улье;**
- г) грузовики на заводе им. Лихачева.**

Морально неподготовленного ученика этот тест повергнет в шок. Да и морально подготовленного тоже. Для того чтобы этот шок смягчить, учитель может задать наводящие вопросы:

— Вот у меня в руках книга. Может ли она превратиться в две книги?

— Наверное, может. Если с нее снять копию.

— А как вы себе представляете снятие копии с книги?

— Ее можно расплести на отдельные листы, потом каждый лист ксерокопировать. А потом снова сшить.

— Да кто же будет этим заниматься, если в соседнем магазине можно приобрести еще один экземпляр этой книги? И даже не один.

— Ага, понятно! Когда монахи переписывали книги от руки, книги размножались. А когда появились типографии, книги размножаться перестали.

— Что ж, логично. Но почему же в наши дни книги не размножаются, хотя их больше, чем в средневековье?

— А потому, что их быстро печатают.

— А как вы представляете себе печатание книги в типографии?

— Ну, раньше было так: книгу по буквам набирала, а потом с набора печатали их большое число — тираж.

— Верно. А нет ли в производстве грузовика или автобуса чего-то похожего на печатание книг?

ХИМЭКСПО 2001
 Селективная международная выставка товаров промышленной и бытовой химии
 с 27 по 30 ноября 2001 г.

Организаторы:
 Правительство Москвы,
 Российская Академия наук,
 Московская ассоциация организаций химического комплекса,
 ЗАО "МОТОИМПЭКС"

Информационная поддержка: "Российская газета", "Успехи химии", ОАО "НИИТЭХИМ",
 "Рейтинговое Агентство Эксперт РА", журналы "Химия и бизнес", "Бизнес для всех",
 ЗАО "Атлант Пресс", "Строительные материалы XXI века", "Химия и жизнь",
 "Экология и промышленность России", "Бытовая химия"

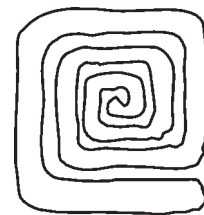
Место проведения:
 Россия, Москва, ВВЦ, павильон №5
 Разделы выставки:

- промышленная химическая продукция
- сырье и оборудование для производства лакокрасочных изделий, лакокрасочные материалы
- продукция, сырье, оборудование фармацевтической промышленности
- производство парфюмерии и косметики
- здоровое питание, биологически активные добавки
- лечебная косметика
- товары бытовой химии
- экологическая безопасность химических производств
- химия в сельском хозяйстве

На базе выставки проводятся научно-предпринимательские конференции

Уважаемые дамы и господа!
Рады приветствовать Вас
в качестве участника выставки "Химэкспо - 2001"

Наш адрес:
 129223, Россия, Москва, проспект Мира, 88Л,
 Центр "Москва", ЗАО "Мотоймпекс"
 тел./факс (095) 974-74-21, 286-90-00



Пауза. Потому что это — ключевой вопрос. Если ученик его поймет, ему не будут страшны ни молекулярная биология, ни генетика. Но самостоятельно найти ответ на этот вопрос непросто. И здесь нам поможет новый умный тест.

У автобуса аналогом наследственных задатков можно считать:

- а) мотор;**
- б) руль;**
- в) приборы, на которые смотрит водитель;**
- г) чертежи и техническую документацию.**

Нормальный школьник без особого труда сообразит, что автобусы изготавливаются по чертежам. Поэтому чертежи — это, так сказать, наследственные задатки автобуса. По чертежам рабочие завода собирают новые *одинаковые* автобусы. Так же, как с набора печатают новые копии одной и той же книги. Понятно. И тогда начинает вырисовываться красивая идея: типографский набор, с которого печатается книга, чертежи, на основании которых изготавливается автобус, и наследственные задатки, определяющие развитие организма, — это в принципе одно и то же. Именно одно и то же. В принципе.

Но вернемся к размножению. В эпоху средневековья книги действительно размножались — их переписывали монахи. А в наше время книги не размножаются, а *тиражируются*. Точно так же, как тиражируются грузовики на заводе, рабочие пчелы в улье, молекулы информационной РНК и белковые молекулы. А вот размножаются — кошки, клетки, молекулы ДНК и вирусных РНК, чертежи, матрицы, с которых печатают газеты и книги, или сплетни, которые барышни передают друг другу.

При тиражировании количество объектов нарастает пропорционально времени. А если эти объекты с некоторой вероятностью распадаются, то их численность выходит на ста-

бильный уровень. Действительно, скорость образования тиражируемых объектов не зависит от их количества, а вот скорость распада — зависит. Рано или поздно наступит такой момент, когда скорости образования и распада могут сравняться.

А при размножении скорости образования и распада объектов в первом приближении окажутся пропорциональными их числу. Поэтому число размножающихся объектов будет расти по экспоненте до тех пор, пока кто-то (что-то) не исчерпается: или монахи в монастыре, или пища, или бумага.

Конечно, критически настроенный читатель не преминет заметить, что объекты, изучаемые биологией, размножаются сами, а чертежи и сплетни распространяют люди. Но ведь мы вполне можем сравнить монахов, переписывавших книги в монастырях, с ферментами, принимающими участие в самокопировании ДНК. Так что принципиальной разницы здесь нет.

Однако нас все-таки очень интересуют тексты.

Тексты, как говорилось, двулики. С одной стороны, это последовательность значков, а с другой — смысл этой последовательности. Но у текстов есть еще одно очень интересное свойство: их можно переводить с одного языка на другой. То есть записывать с помощью различных последовательностей значков, а то и вовсе другими значками, но при этом сохраняя смысл неизменным. А для этого необходимы жесткие правила перевода одной последовательности значков в другую.

Один и тот же текст можно записать и буквами, и азбукой Морзе. Если мы знаем, какой значок азбуки Морзе какой букве соответствует, то запись в виде последовательности букв легко перевести в запись в виде последовательности значков азбуки Морзе — то есть в определенное число точек и тире. И наоборот.

Несколько труднее переводить тексты с русского на английский или на любой другой язык (и наоборот). В

этом случае нужно знать соответствие не букв, а слов. Да к тому же еще учитывать грамматические правила и всяческие языковые тонкости. Но принцип перекодирования тот же.

А теперь попробуем разобраться: какое отношение все это имеет к биологии?

Предположим, что наши студенты уже кое-что знают про белки. Знают, что молекула белка состоит из большого числа аминокислот, соединенных друг с другом в строго определенном порядке; что последовательность аминокислот называется первичной структурой белка; что есть еще пространственная структура белка, которая может изменяться в зависимости от температуры, количества солей в растворе и связывания с теми или иными веществами; и наконец, что каждый белок выполняет в организме положенную ему работу.

Вот тут-то и пришла пора придумать некий коварный тест, который навел бы ученика на мысль о том, что белковую молекулу... да-да, тоже можно считать текстом. А почему бы и нет? Ведь белковая молекула — это и последовательность значков (аминокислот), и смысл — то есть выполняемая белком определенная полезная функция. Так? Конечно. И потому — такой тест.

Текстом можно считать:

- а) молекулу полиэтилена;**
- б) молекулу белка;**
- в) кристалл поваренной соли;**
- г) белковоподобный полимер, в котором полимеры соединены в определенном порядке.**

Варианты «а» и «в» мы отбрасываем сразу и попытаемся сделать выбор между «б» и «г». Если о последовательности, то и то, и другое — это последовательность неодинаковых значков. Но последовательность из «б» обладает смыслом, поскольку определенный белок выполняет в организме определенную работу. Последовательность же, о которой говорится в «г», смысла не имеет. Следовательно

но, правильный ответ — «б». И тогда студентам становится очевидным, что белковую молекулу мы вправе рассматривать как текст. А тексты можно переводить с одного языка на другой — с сохранением смысла.

Школьник старших классов или начинающий студент, правильно решивший этот тест, сделал большой шаг вперед. И не столько в плане знаний как таковых, сколько в методологии мышления.

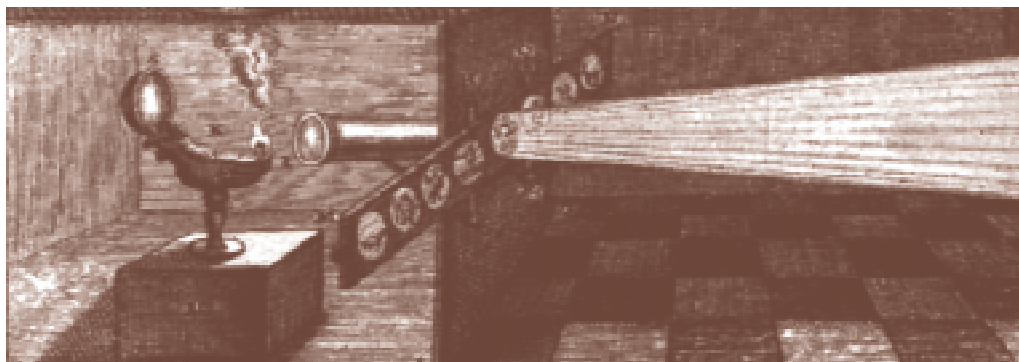
Представим себе, что мы живем в Америке времен Марка Твена. Телеграф уже изобретен, но по нему передавать буквы невозможно — передавать можно лишь длинные и короткие сигналы. Однако — вот чудо! — тексты по этому телеграфу передавать можно! Для этого нужно придумать способ изображать каждую букву в виде последовательности длинных и коротких сигналов. И затем с их помощью передавать сам текст. Именно эту идею, о которой мы упомянули выше, предложил американец Сэмюэль Морзе (кстати, художник, а не какой-нибудь там инженер или ученый, хотя в истории живописи его имя не осталось — оно записано крупными буквами в истории техники).

Итак,

для передачи текста по телеграфу азбукой Морзе необходимо произвести следующие операции:

- 1) записать текст буквами, а не словами;**
- 2) текст, записанный буквами, перекодировать в текст, записанный значками азбуки Морзе;**
- 3) текст, записанный с помощью азбуки Морзе, передать по телеграфу;**
- 4) полученную по телеграфу последовательность значков азбуки Морзе перекодировать в буквы;**
- 5) прочесть текст и понять его смысл.**

Тривиально, скажете вы? Но между прочим, при передаче наследственной информации от родителей к детям встают те же проблемы! Да, те же, что и при передаче текстов по тогдашнему телеграфу. Ибо белковый текст, записанный в виде последовательности аминокислот, не копируется и потому потомкам не передается. А вот если осуществить последовательность



перечисленных выше операций (уже на молекулярном уровне, конечно), то решить проблему можно. Что природа и сделала — решила.

И теперь еще один хитрый тест.

Без какой операции можно обойтись:

- а) перекодирования белкового текста в текст, записанный иным способом;**
- б) копирования и передачи потомкам текста, записанного иным способом;**
- в) перекодирования потомками текста, записанного иным образом, в белковый текст.**

Заметим: традиционная форма теста предполагает четыре варианта ответа. Но здесь мы ограничимся тремя.

Поначалу может показаться, что этот тест — действительно хитрый, в данном случае — сложный. (Ремарка: как выглядит некий другой способ записи белкового текста, здесь речи пока нет; инструкция такова: тексты, записанные этим способом, могут размножаться и передаваться потомкам.) Однако на самом деле тест очень просто решается методом исключения.

Начнем. Нужно, чтобы при передаче от родителей к детям тексты копировались? Обязательно нужно! Следовательно, операция «б» обязательна. Далее: нужно, чтобы у потомков синтезировались такие же белки, как у родителей? Обязательно нужно! Следовательно, операция «в» тоже обязательна. А вот обязательность операции «а» вызывает сомнения. И верно: если тексты, записанные иным образом, и без того размножаются и хранятся в каждой клетке, то операцией «а» можно пренебречь.

Таким образом, выстраивается следующая схема. Тексты с одним и тем же смыслом, используемые в живой природе, могут быть записаны на двух языках: на языке последовательности аминокислот в белках и на каком-то другом, неизвестном нам языке. Про этот язык мы знаем пока только три вещи:

- 1) тексты, записанные на неизвестном нам языке, могут копироваться и передаваться от родителей к детям;**
- 2) тексты, записанные на неизвестном языке, каким-то способом могут переводиться на язык белковых последовательностей;**
- 3) в переводе текстов с языка белковых последовательностей на неизвестный язык никакой необходимости нет.**

Следовательно, абсолютно ничего не зная о нуклеиновых кислотах (речь не о знаниях преподавателей, конечно, а об уровне подготовки учеников), мы — лишь и только из общих соображений — сформулировали их биологически важные свойства:

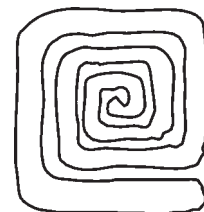
- 1) способность нести последовательность значков;**
- 2) способность размножаться с сохранением этой последовательности значков;**
- 3) способность переводить последовательность значков в последовательность аминокислот в белках.**

Вот что это значит: кое-что знать про азбуку Морзе!

Давайте посмотрим, как можно использовать тесты при изучении других разделов биологии. Предположим, что наши одиннадцатиклассники изучают тему «Происхождение и эволюция человека». Здесь можно предложить следующий тест.

Отношения симбиоза существуют между курицей и:

- а) котом;**
- б) ястребом;**
- в) дождевым червем;**
- г) человеком.**



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Простенький тест, скажете вы? Ошибаетесь! Этот тест поднимает очень серьезную тему: чем отличается добывание пищи большинством животных от добывания пищи человеком? Мы ведь как-то не привыкли употреблять термин «симбиоз» для обозначения взаимоотношений человека с домашними животными и культурными растениями. А между тем это, по-видимому, наиболее яркий пример симбиоза. Ибо почти все дикие животные добывают пищу в окружающей их природной среде, а человек свою пищу — разводит: он питается своими симбионтами. Поэтому правильный ответ, конечно, «Г».

Но ведь человек поедает курицу! Поэтому не правильнее ли рассматривать отношение человека с курицей с позиции «хищник — жертва»?

Нет, не правильнее. Ибо хищник берет свою жертву из дикой природы, в то время как человек ее, повторяем, разводит. Поэтому отношения человека с курицей — это отношения симбиоза с характерной для симбионтов динамикой популяций. А то, что один из парочки симбионтов кушает другого, — это, по большому счету, для нас, биологов, не принципиально. Такая вот диалектика, как говорили в советское время.

И еще один тонкий вопрос, связанный с человеком. Все мы, в том числе учащиеся, хорошо понимаем, что такое раса. А вот что такое нация, ученику понять труднее.

Следующий тест сразу берет быка за рога.

В основе отличия немцев от французов лежат различия:

- а) генотипов;**
- б) фенотипов;**
- в) национальных культур;**
- г) записей в документах (паспортах).**

Так что это такое нация? Более мелкая раса? Нет, не так. Великий футболист Пеле — негр, а президент Бразилии, имени которого я, к своему стыду, не знаю, принадлежит к белой

расе. Но оба они — бразильцы. Что же их объединяет? Явно, не родство генотипов и фенотипов, ибо они у них существенно разные. Вот и у Александра Сергеевича Пушкина фенотип был явно нетипичный для России, да и генотип, в общем-то, тоже. Но в принадлежности Пушкина к русской нации никто не сомневается.

Стало быть, варианты «а» и «б» не проходят.

Но может быть, национальная принадлежность человека — это чистая формальность и тогда правильный ответ — «г»? Нет, опять неверно. Для подавляющего большинства жителей Земли национальную принадлежность можно определить достаточно просто. Она объективна. И определяется она усвоенной человеком национальной культурой. Реальную национальную принадлежность Пушкина определил не его прадед-африканец, эфиоп, а, скажем образно, няня Арина Родионовна — в общем смысле среда, в которой Пушкин рос и воспитывался. Поэтому любители вычислять проценты русской, немецкой или еврейской крови в каком-то конкретном человеке глубоко безграмотны не только в научном отношении.

Противники только что изложенной точки зрения обычно совершают небольшое мошенничество. Они подменяют вопрос, чем определяется национальная принадлежность человека, таким вопросом: отличаются ли представители разных наций генетически?

Ну, кое-чем отличаются, несомненно. Любые две слабо связанные друг с другом популяции (или когда-то не связанные вовсе из-за территориальной разобщенности) отличаются друг от друга частотой определенных генов (точнее, их аллелей). Но не эти отличия делают человека в основе своей русским или немцем. Это делает усвоенная человеком национальная культура.

Последнее — принципиальный момент. Однако усвоить эту, свою, культуру можно только в том случае, если большинство ее носителей воспринимают тебя как своего, а не как ино-

странца или инородца, то есть как чужого. В этом отношении разные национальные культуры различны. Русские, как правило, воспринимают своими людьми с самыми разными расовыми особенностями (вспомним, например, повесть А.И.Куприна «Штабс-капитан Рыбников»). Хотя есть и обратные примеры, и не только в художественной литературе. Ну а некоторые другие нации в этом отношении более разборчивы. Впрочем, эта частная, но очень значимая для человечества тема выходит за рамки нашего разговора. Важно вернуться к теме последнего теста, решение которого никак не меняет единственного вывода: ни генотип, ни фенотип сами по себе национальной принадлежности не определяют.

Маугли может иметь только расовую принадлежность. Национальной принадлежности у него нет.

Если этот заключительный пассаж, равно как и прочие решения наших, по сути-то, исключительно биологических тестов, хоть в чем-то продвинет наших же школьников и студентов на более высокий уровень не только специального (биологического), но и общегуманитарного развития, то, значит, мы, педагоги, тоже ребята не глупые. Ибо о будущем думаем, не о себе только.

P.S.

Читатели, у которых возникнут вопросы, связанные с возможностью применения в педагогической практике этих и других аналогичных тестов, могут обратиться к автору настоящей статьи по адресу:

Москва, 125167,
Авиационный пер., 6,
Московский Институт
повышения квалификации
работников образования,
лаборатория биологии.



Разные разности

Выпуск подготовили
Е. Лозовская,
Е. Сутоцкая,
О. Тельпуховская

Физиологи из Нью-Йоркского университета в Буффало решили выяснить, какое полушарие мозга более активно у мальчиков и девочек, когда они узнают чье-то лицо и его выражение. Учеными двигало не только научное любопытство: знания о работе мозга могут пригодиться при лечении его повреждений.

Ребятам 8–11 лет сначала показывали один за другим слайды с лицами людей, среди которых нужно было узнать знакомое, и наблюдали за работой мозга с помощью электроэнцефалографа. Затем дети должны были выбрать лицо с определенным выражением. В этом случае ЭЭГ не снимали, а учитывали точность и быстроту ответов.

И с тем, и с другим заданием все дети справились одинаково хорошо. Однако для обработки информации они пользовались разными областями мозга, хотя активные участки частично перекрывались. У мальчиков активнее было правое полушарие, которое улавливает целостный образ. Девочки же с помощью левого полушария замечали и анализировали детали. Благодаря этим опытам стало понятно, почему девочки замечают очень тонкие изменения в выражении лица и лучше «читают» людей («BBC News», 2001, 8 июля).

Если эти результаты подтвердятся, они пригодятся врачам. Известно, что левое полушарие связано с речью и, когда оно повреждено, дефекты речи сразу же указывают на недуг. Сбои в работе правого обычно не так заметны и труднее поддаются диагностике. Иногда их просто не лечат, потому что не регистрируют.

Дэниэл Эверхарт из Восточно-Калифорнийского университета отмечает, что пока неясно, сохраняются ли найденные различия в восприятии лиц у взрослых. Если остаются, то мужчин и женщин с поражением правого полушария мозга нужно лечить по-разному.

Пока ученые спорят, сильно ли меняется климат на нашей планете, или потепление не выходит за пределы нормы, наш сосед Марс теплеет на глазах. В конце июня нынешнего года в южных широтах Красной планеты поднялась обширная пылевая буря. Пыль стала нагреваться солнечным светом и нагрела в этом месте воздух. Мощный ветер поднял в атмосферу новые тучи пыли, и они внесли свой вклад в потепление. К концу первой недели июля пыль окутала большую часть планеты. Как показал спектроскоп космического корабля НАСА «Марс глобал сервейер», температура атмосферы подскочила на 30 градусов. За распространением бури можно наблюдать на сайте НАСА (www.jpl.nasa.gov).

Однако через какое-то время пыль, загораживая поверхность планеты от солнечных лучей, приведет к похолоданию. Профессор геологии Филип Кристенсен из Университета Аризоны говорит, что такое развитие событий напоминает сценарий «ядерной зимы» на Земле. Именно марсианская пылевая буря в 70-е годы подсказала астроному Карлу Сагану, какие катастрофические последствия ожидают нашу планету в случае большой ядерной войны.

Атмосфера Марса — более простая система, чем земная, в ней очень мало водяных паров, которые задерживают солнечное тепло и смягчают резкие изменения температуры. Соседняя планета дает ученым прекрасную возможность рассчитать предположительные сценарии глобальных изменений климата.

Два человека не всегда могут договориться о том, какую видеокассету взять напрокат, а несколько сотен муравьев без всяких ссор выбирают место для жилья. Стивен Прэтт из Университета в Бате (Великобритания) захотел понять, как им удается договориться. Ученый проводил опыты с европейскими муравьями *Leptothorax albipennis*, которые обитают в трещинах скал.

Биолог разрушал жилище насекомых и давал им возможность выбрать новое. А дальше происходило вот что. Муравьиный разведчик находил хорошее место для дома, изучал его, возвращался в прежнее гнездо и приглашал товарища оценить качество жилища. Убедившись в неплохих перспективах, тот шел за третьим. Чем меньше муравью «нравилось» то, что он видел, тем дальше он «думал» перед тем, как привести следующего.

Выступая на конференции Общества по изучению поведения животных в Корваллисе (США), Прэтт сказал, что муравьи проводят нечто вроде голосования. Лучшие места быстро привлекают сторонников. В какой-то момент очередной жилец, придя на «совещание» и увидев много сородичей, не бежит приглашать кого-то еще, а начинает переносить туда личинки и яйца («Nature News Service», 2001, 19 июля).

Дженнифер Фьюэлл, которая изучает муравьев в Университете Тэмп (Аризона), считает, что для разработки полезных моделей поведения муравьям не требуется много правил и понять их можно, не рассматривая эволюцию.

Идея, что множество маленьких умов могут справиться с проблемой лучше, чем один большой, давно интересовала программистов. Так что муравьиные алгоритмы пригодятся им для решения сложных задач.



Храм в Дельфах веками привлекал жителей Древней Греции и Римской империи: здесь можно было получить самое авторитетное пророчество. Плутарх, который был верховным жрецом храма, описал, как «работал» оракул. В специальной комнате пифия вдыхала испарения из какой-то трещины, приходила в иступление и выкрикивала слова, смысл которых затем разъясняли жрецы. Иногда сеанс заканчивался смертью прорицательницы.

Известно, что у испарений был сладковатый запах. Их источник, по сообщению Плутарха, находился в скале под храмом и, возможно, открылся после землетрясения.

В XIX веке на месте храма провели раскопки, однако ни трещины, ни источника испарений не нашли. В прошлом году геолог Луиджи Пиккарди из Флоренции решил, что здесь все-таки был разлом, который образовался в результате землетрясения в Коринфском заливе в 373 г. до н.э. Во время этого катаклизма храм разрушился.

В этом году Джелле де Боер и его коллеги из Университета штата Коннектикут обнаружили еще один геологический разлом, к которому приурочены действующие и пересохшие источники. Он пересекает другой, хорошо известный (Дельфийский) точно под местом расположения храма. Известковые породы здесь богаты битумом, а сейсмическая активность и трещины могли способствовать тому, что вода и газы, включая легкие углеводороды, нагревались и поднимались на поверхность. Вода в источнике к северо-западу от храма содержит метан и, что еще более важно, следы этилена — сладковатого газа, который воздействует на центральную нервную систему (его использовали для анестезии). В больших дозах он смертелен, а маленькие вызывают состояние эйфории, способствующие видениям («Nature News Ser-vice», 2001, 17 июля).

Феромоны — химические вещества, которые вырабатываются эндокринными железами или специальными клетками животных. Выделяясь во внешнюю среду, они влияют на поведение, а иногда на рост и развитие других особей. К ним относят, например, половые аттрактанты, вещества тревоги, сбора.

За распознавание этих веществ отвечает специальный вомероназальный орган, который находится в носу животного. В отличие от тех рецепторов, которые распознают обычные запахи, этот сверхчувствительный орган напрямую связан со средним мозгом. У млекопитающих нет другого столь же короткого пути между каким-либо органом и мозгом, отмечает Милош Новотны, директор Института исследования феромонов при Университете штата Индиана. Сигналы, вызванные нормальными запахами (одорантами), поступают в различные части коры головного мозга, поэтому люди воспринимают их сознательно, а феромоны такой «сознательной» обработке не подвергаются.

Традиционно считалось, что у млекопитающих обычные запахи и феромоны улавливаются разными отделами носа. Однако Новотны и его коллеги обнаружили, что вомероназальный орган воспринимает не только феромоны, но и одоранты, и тоже в очень незначительных концентрациях («Nature», 2001, 12 июля). «Это доказывает, что на млекопитающих, как и на насекомых, запахи растений и представителей других видов животных действуют «семиотически», вызывая различные формы инстинктивного поведения», — говорит ученый (агентство «EurekAlert!»).



Японские изобретатели считают, что одежда могла бы снабжать организм необходимыми витаминами. Специалисты компании «Fuji Spinning Company» разработали волокно с химическим веществом, которое при контакте с кожей человека превращается в витамин С и впивается в кожу («BBC News», 2001, 16 июля).

Футболка из такого волокна будет содержать столько же аскорбинки, сколько ее содержат два лимона, обеспечивать владельца необходимой дневной нормой витамина и сохранять питательный эффект даже после 30 стирок.

Это не первая попытка компании придать одежде дополнительные свойства. Она уже выпускает волокна с антибактериальными и дезодорирующими свойствами. Все они изготавливаются на основе вытяжки из панцирей крабов и креветок.

Пресс-секретарь компании Макото Судзуки говорит, что новый товар предназначен в основном для женщин, которые следят за своей кожей. Ведь ухаживать за телом сложнее, чем за лицом.

Специалисты в области здравоохранения по-прежнему уверены, что наилучший способ получить необходимую дневную дозу витаминов — питаться разнообразно и сбалансированно, не забывая про овощи и фрукты.



Растения с ядовитыми плодами всегда удивляли биологов. Ведь расселение растений происходит гораздо проще, если плоды съедобны. Зачем же тогда многие из них содержат химические вещества, отпугивающие потенциальных распространителей семян? Размышляя над участью плодов, непригодных в пищу, биолог Дэн Дженсон в конце 60-х годов предположил, что растения выделяют химические вещества с единственной целью — отпугнуть тех, кто может повредить семена, и привлечь тех, кто не причинит им вреда. Но эта теория привлекала не слишком много сторонников, пока Джош Тьюксбери из Университета Флориды и Гэри Набхэн из Университета Северной Аризоны не решили проверить ее правильность для острого перца чили.

Ученые наблюдали с помощью видеокамер за плантацией перца *Сарсисум анниш* в Южной Аризоне. Это растение считается родоначальником всех североамериканских сортов перца. Было известно, что млекопитающие избегают его из-за жгучего вещества капсаицина, а птицы — нет. И действительно, только птицы ели плоды перца. Чтобы удостовериться, что все дело в капсаицине, исследователи предложили птицам и грызунам другой сорт, плоды которого по форме, размеру и составу питательных веществ ничем не отличались от *Сарсисум анниш*, а вот капсаицина в них не было. Эти плоды с удовольствием ели не только птицы, но и грызуны. Когда же среди плодов положили несколько стручков горького перца, грызуны не стали его есть.

Проанализировав переваренную пищу, экспериментаторы убедились, что семена не претерпевают никаких изменений в желудках птиц, но от них мало что остается после переработки в желудках крыс и мышей (агентство «EurekAlert!», «Nature», 2001, 26 июля).

Сегодня сам факт глобального потепления климата Земли мало у кого вызывает сомнения. Споры идут о другом. Во-первых, является ли это потепление следствием очередного климатического цикла, которое рано или поздно сменится похолоданием, вплоть до наступления очередного ледникового периода, или же в нем повинна деятельность человека? Во-вторых, если роль человеческого фактора существенна, то велика ли в нем доля так называемого парникового эффекта? Или главную опасность представляет тепловое загрязнение окружающей среды, вызываемое все возрастающим производством энергии? Последняя проблема была недавно затронута на страницах «Химии и жизни» (см. № 5, 2001). Мне хотелось бы развить эту важную тему.



Нужны «фабрики холода»

Кандидат
физико-математических наук
С.Д.Хайтун

Грозит ли нам тепловая смерть?

Проблема теплового загрязнения окружающей среды не привлекает к себе особого внимания только потому, что до сих пор общее количество энергии, добываемой человеческой цивилизацией, невелико в сравнении с энергией, поступающей к Земле от Солнца. Но если оно станет соизмеримым с количеством солнечной энергии, то жизнь на Земле погибнет.

Конечно, точный расчет теплового баланса Земли пока сделать нельзя, возможны лишь его грубые оценки. Так, за 1860–1980 годы мировая добыча энергоресурсов удваивалась примерно каждые 30 лет и в 1980 году составила около 90–100 миллиардов МВт.час. Вместе с тем энергия солнечного излучения, достигающая поверхности Земли и равная 580 триллионам МВт.час, оставалась практически постоянной и, по-видимому, вряд ли скоро увеличится или уменьшится. То есть 20 лет назад человечество произво-

дило примерно в 6000 раз меньше энергии, чем Земля получала от Солнца.

Но удвоение каждые 30 лет — очень быстрый темп роста. Несложно подсчитать, что уже через 12 таких удвоений, то есть примерно через 360 лет, производство человечеством энергии может сравняться с энергией солнечной радиации, и тогда (или даже раньше, через 150–200 лет) наступит катастрофа.

Понятно, что эта оценка достаточно условна: ведь нельзя же на основании данных за 140 минувших лет делать точный прогноз на 360 лет вперед. Кроме того, известно, что в природе со временем скорости процессов перестают расти по экспоненте и становятся постоянными, выходя на так называемую логистическую, S-образную кривую.

Тем не менее ясно: рано или поздно (лучше пораньше!) в энергетике должны произойти некие коренные перемены.

Принцип минимакса

Чтобы ответить на вопрос, способно ли человечество справиться с тепловым загрязнением своей планеты, нужно разобраться в подлинном смысле второго начала термодинамики. Прежде всего, второе начало — это приложение закона возрастания энтропии к тепловым процессам, в соответствии с которым энтропия Вселенной (скажем осторожнее, ее достаточно больших областей) растет в ходе необратимой эволюции. А необратимые процессы, при которых энтропия возрастает, заключаются в превращении энергии из одной формы в другую. И чем быстрее разные формы энергии превращаются друг в друга, тем быстрее растет энтропия.

О скорости эволюции неорганической материи в разные периоды истории Вселенной мы можем строить лишь предположения (например, какой она была в первые мгновения после Большого Взрыва?). Но что касается эволюции органической материи и социальной эволюции, то они происходят с явным ускорением и соответствующим ускорением потребления энергии и производства энтропии.

В человеческой цивилизации все происходит так, как будто помимо классического закона возрастания энтропии тут действует особый эволюционный принцип, который можно назвать принципом минимакса: с одной стороны, скорость роста энтропии, не ведущего к ее последующему увеличению (например, за счет использования энергосберегающих технологий), стремится к минимуму, но, с другой стороны, скорость роста энтропии, ведущего к ее последующему возрастанию (вследствие ускорения потребления энергоресурсов Земли), стремится к максимуму.

Если этот принцип действительно справедлив, то возникает серьезная альтернатива. Так, решить проблему теплового загрязнения окружающей среды невозможно, ограничивая производство энер-

гии, следствием чего стала бы неизбежной деградация цивилизации (так, уровень развития той или иной страны иногда оценивают в кВт.ч, ежегодно производимых на человека). Но дальнейшее развитие человеческого общества, использующего традиционные и нетрадиционные источники энергии, грозит человечеству физической гибелью.

Энтропия и беспорядок

Принято считать, что рост энтропии означает увеличение беспорядка. Это следствие того, что в классическом виде второе начало термодинамики было сформулировано для не существующего в природе идеального газа, частицы которого взаимодействуют друг с другом лишь путем не существующих в природе мгновенных соударений. Со временем такой газ приходит в равновесное состояние, когда его частицы совершают лишь беспорядочные тепловые движения, и энтропия системы становится максимальной. Однако характер равновесного распределения частиц реального газа зависит от их энергий, а также от энергетических полей, в которых они находятся.

Если бы массы частиц были равны нулю, то в равновесном состоянии они двигались бы совершенно хаотически, причем с любыми скоростями — от нуля до бесконечности.

Однако если массы частиц не равны нулю, то в равновесном состоянии они, продолжая двигаться беспорядочно, будут иметь различные скорости V , подчиняясь распределению Максвелла — это значит, что частиц с бесконечно малыми и бесконечно большими скоростями станет бесконечно мало, но зато будет существовать максимум частиц со скоростями, определяющими среднюю температуру газа.

А вот если частицы газа не только обладают массами, но и находятся в каком-то внешнем силовом поле (например, в поле тяготения Земли), то их движение приобретает еще и некую пространственную упорядоченность и описывается распределением Больцмана: например, с увеличением высоты H плотность воздуха и его температура убывают, так как при этом кинетическая энергия частиц превращается в потенциальную.

То есть в реальных случаях с ростом энтропии система становится более однородной лишь в той мере, в какой это позволяют силы физического взаимодействия. А это значит, что энтропия может считаться «мерой беспорядка» только без учета существования этих сил, а в любых реальных системах энтропия может как возрастать, так и убывать и поэтому не способна служить ни мерой беспорядка, ни мерой порядка.

Тем не менее до сих пор господствует мнение, будто все реальные системы способны эволюционировать лишь в сторону возрастания хаоса. Но как тогда объяснить многие бесспорные факты? Напри-

мер, первоначально однородная Вселенная превратилась под действием сил гравитации в наблюдаемую ныне сложнейшую звездную и галактическую систему. За счет сил взаимодействия ионы и атомы соединяются в молекулы, которые образуют сложные кристаллические структуры. Особенно ярко способность вещества к самоорганизации, рождению порядка из хаоса, проявляется в явлениях жизни и биологической эволюции. То же самое можно сказать и об эволюции человеческого общества, сопровождающейся усложнением социальных структур.

В связи с этим обратим внимание на то, что во всех таких случаях эволюция сопровождается интенсификацией взаимодействий всего со всем...

Как обойтись без холодильника

Коль скоро эволюция, усложнение любых структур (в том числе и структур человеческого общества), требует ускоренного превращения одних форм энергии в другие, но вместе с тем вызывает и ускоренный рост энтропии, то каков же выход из этого тупика? Можно ли увеличивать и дальше производство и потребление энергии, не опасаясь тепловой смерти?

Тепловое движение — хаотическое; механическое же движение пространственно упорядоченно. Поэтому отказ от трактовки энтропии как меры беспорядка означает и отказ от общепринятого представления о том, что лишь механическая энергия может некомпенсируемым образом превращаться в тепловую, но не наоборот. Однако можно показать, что ничто не мешает и тепловому хаосу некомпенсируемым образом превращаться в механическую энергию.

Вот простейший пример. Возьмем два пустых сосуда, соединенных перемычкой и изолированных от внешней среды. Заполним один из них воздухом, а потом перемычку откроем. Воздух, естественно, устремится в пустой сосуд, а если в перемычке находится турбинка, то поток газа совершит некую механическую работу. За счет чего? Да за счет тепла воздуха, который при адиабатическом расширении остывает! При этом не будут нарушаться ни первое, ни второе начала термодинамики...

Аналогичные явления происходят и в природе. Скажем, ветер способен привести в действие крылья мельницы, производящей механическую работу. Но ветер дует не сам по себе, а в результате возникновения в атмосфере градиентов температуры под действием энергии Солнца. То есть, пользуясь традиционной терминологией, Солнце представляет собой «нагреватель». Но что же тогда служит «холодильником», без которого не может работать тепловая машина циклического действия? Значит, могут существовать тепловые установки непрерывного действия, в которых рабочее тело не возвращается каждый раз в исходное состоя-



РАЗМЫШЛЕНИЯ

ние и которые обходятся без холодильника. А следовательно, не производят рассеянной энергии.

Возможны варианты

Примером такой установки может служить, например, газотурбинный двигатель — в том идеальном случае, когда рабочее тело тратит на вращение турбины всю тепловую энергию, получаемую от нагревателя, и на выходе приобретает температуру, в точности равную температуре окружающей среды. Здесь, как и в случае ветра, тепло превращается в механическую энергию некомпенсируемым образом.

Вместо обычной мельницы можно использовать ветряк особой конструкции, запатентованный российскими изобретателями. Идея его проста. Поместим навстречу ветру сужающуюся трубу, воздух в которой будет разгоняться, но одновременно и охлаждаться, так как хаотическое движение его частиц станет более упорядоченным. Поэтому в самом узком конце этой трубы можно поставить турбину, при вращении которой рассеянное в воздухе тепло станет превращаться в механическую энергию.

Но если некомпенсируемое превращение тепловой энергии в механическую возможно хотя бы в одном случае, то, значит, принципиального запрета на подобные явления не существует вообще! Например, электроэнергию можно вырабатывать за счет разности донной и поверхностной температур воды океана (такой проект возник еще в 20-х годах прошлого века и реализован в наши дни). Естественно, что источником этой энергии служит Солнце. Но даже если оно вдруг перестанет светить, то такая электростанция будет продолжать работать до тех пор, пока не исчезнет разность температур, возникающая даже в результате антропогенного теплового загрязнения среды — создаваемого, скажем, работой атомных электростанций. Использование подобных «фабрик холода» способно существенно отодвинуть (а то и вовсе избежать) наступление тепловой смерти и придать энергопотреблению черты теплооборота.



Академик А.Е.Ферсман, один из основоположников геохимии, предложил для наглядности принять продолжительность истории Земли от начала археозоя (3,6–3,4 млрд. лет назад) до наших дней за 24 часа. В таком масштабе докембрийский период (3,6–0,57 млрд. лет — формирование всех типов и большинства классов организмов) будет длиться 17 часов, палеозой (570–230 млн. лет назад — первое большое вымирание организмов) — 4,

(230–65 млн. лет назад — второе вымирание) — 2, кайнозой (65–1,8 млн. лет назад — развитие первых млекопитающих) — 1 час, а человек появляется на арене жизни «за 5 минут до полуночи». Продолжительность же его жизни (в среднем 60 лет) в геологическом масштабе времени оказывается равной всего 0,1 (!) секунды. Сколько полезных и вредных дел успеваем мы натворить за это мгновение! Но еще больше, наверное, все-таки не успеваем.

Доктор географических наук
Д.Я.Фащук,
кандидат географических наук
С.И.Шапоренко

Два лика гидросферы

Секреты «вечного замора»

Летом 1890 года в Черном море на борту канонерской лодки «Черноморец» работала экспедиция Русского географического общества. В один из дней боцман, понюхав пробы воды и грунта, поднятые со дна, с восторгом доложил руководителю Н.И.Андрусову: «Воняет, ваше благородие!» Эта фраза отважного морехода стала символом первого органолептического (с помощью носа) определения сероводорода в Черном море. С тех пор многие десятки энтузиастов морской науки лишились покоя. Их трудами в течение ста лет исследований было установлено, что матушка-природа посредством хитрого сплетения тектонических, физико-динамических, гидрохимических и микробиологических процессов обеспечила Черному морю славу самого крупного в мире водоема, содержащего сероводород.

С этого же момента началось прямо-таки детективное изучение тех обстоятельств, которые не дают сероводороду подниматься в верхние слои моря. Уже в 1895 г. М.А.Егунов высказал гипотезу о том, что «на глубине приблизительно 200 м через все Черное море проходит зона, наполненная серобактериями... поглощающими сероводород настолько полно, что в поверхностных слоях воды не содержится ни следа этого газа». Поиски такой зоны, или пленки микроорганизмов, безрезультатно велись на протяжении более 50 лет.

Н.М.Книпович, не отвергая определенной роли бактерий в окислении сероводорода, предположил, что «границы сероводородной области определяются содержанием кислорода». Эту точку зрения разделил известный микробиолог Б.Л.Исаченко.

После неудачных поисков «пленки» он пришел к выводу, что «препятствием для проникновения сероводорода в верхние слои является именно вертикальная циркуляция... благодаря этому процессу... может происходить окисление сероводорода кислородом воды» — то есть химическим путем. В дальнейшем гидрохимики Б.А.Скопинцев и С.В.Бруевич доказали, что именно кислород ограничивает распространение ядовитого газа вверх.

Первые количественные определения сероводорода в воде выполнил в 1891 году А.А.Лебединцев — лаборант химии Новороссийского университета, который располагался в Одессе. Его данные позволили заключить: верхняя граница анаэробной зоны располагается на глубине 100 саженей, или 183 метров. В конце 20-х годов химии П.Т.Данильченко и Н.И.Чигирин из экспедиций Н.М.Книповича и Ю.М.Шокальского установили, что эта граница в Черном море «значительно меняется по районам моря, вероятно обусловленная течениями, и по временам года — в зависимости от вертикальной циркуляции». Я.К.Гололов в 40-х годах определил, что среднее по всему морю положение сероводородной границы в зависимости от сезона составляет от 126 до 169 м. Каково же было наше удивление, когда в августе 1982 года в восточной части Черного моря мы обнаружили сероводород на горизонте 60 м. А изучая литературу, мы выяснили, что баланс по сероводороду в Черном море до сих пор не определен: его производство ($25 \text{ г H}_2\text{S}/\text{м}^2$ в год) оценивают в пять раз ниже, чем расход ($130 \text{ г H}_2\text{S}/\text{м}^2$ в год). По данным других исследователей, дисбаланс еще больше. Оценки запаса сероводорода в глубинах моря

расходятся на порядок — от 3,6 до 85 млрд. т.

Таков уровень наших знаний о природе самого изученного водоема в мире через 100 лет после начала его исследований! О менее известных анаэробных уголках Мирового океана, таких, как глубины Балтийского моря или впадина Кариакто в Карибском море, и говорить не приходится. А зачем, собственно говоря, нужны эти знания?

Несостоявшийся апокалипсис

В начале 90-х годов во многих центральных газетах нашей страны появились леденящие душу статьи, предрекавшие гибель Черного моря. «Что будет, если, не дай Бог, у черноморских берегов случится новое землетрясение? Вновь морские пожары? Или одна вспышка, один грандиозный факел? Сероводород горюч и ядовит... в небе окажутся сотни тысяч тонн серной кислоты!» («Литературная газета», 1989, № 24). «Достаточно небольшого землетрясения, чтобы сероводород вышел на поверхность Черного моря и загорелся — его побережье превратится в пустыню» («Рабочая газета», 1990, № 70). «Достаточно совпадения во времени и пространстве... резкого понижения атмосферного давления и вертикального течения... Вскипев, вода насытит воздух ядовитыми парами горючего газа. Куда будет дрейфовать ядовитое облако — одному Богу ведомо. Оно может вызвать жертвы на побережье, может за считанные секунды превратить пассажирский лайнер в «летучий голландец»» («Совершенно секретно», 1989, № 5).

Так отреагировали средства массовой информации на известие о вы-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

соком положении верхней границы «вечного замора» в Черном море. Припомнили они и случаи «морских пожаров» во время крымского землетрясения 1927 года, когда над морем загорался какой-то газ (сейчас уже известно, что это был метан). А вот подумать о том, что кислород не дает сероводороду подниматься к поверхности, журналисты и их консультанты не удосужились.

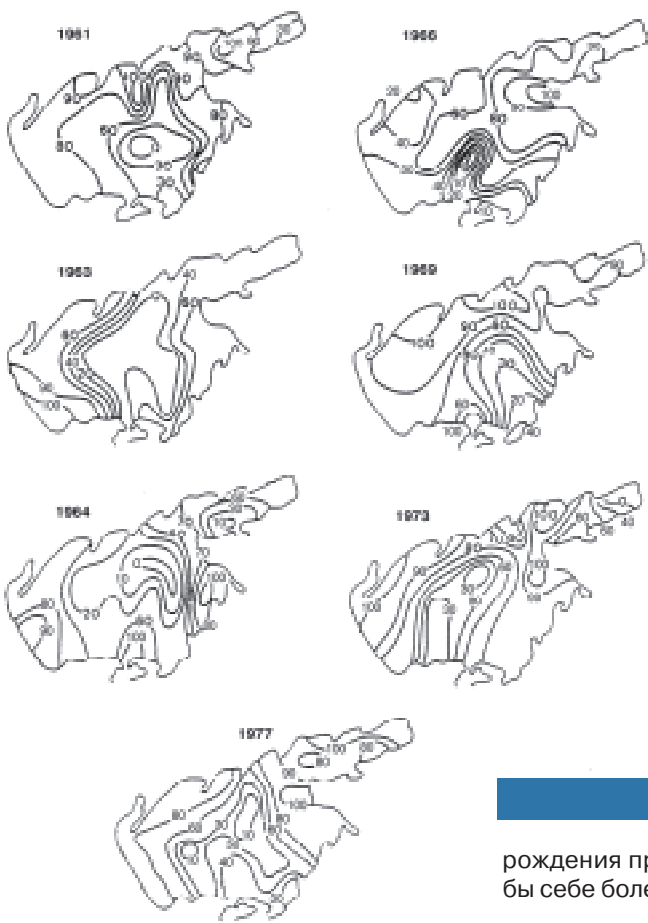
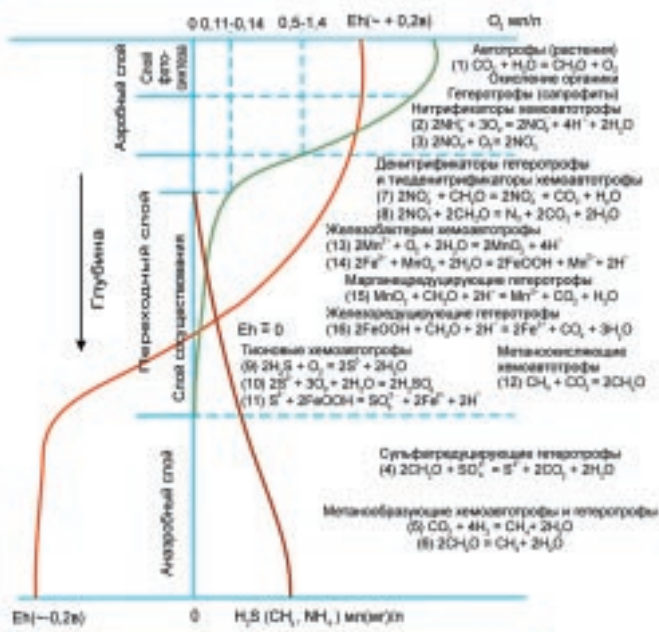
Как бы то ни было, эти публикации вызвали не только панику жителей прибрежных городов. В 1990 году Президент СССР, выступая на Глобальном форуме по защите окружающей среды и развитию в целях выживания, с подачи своих дремучих экологических советников представил сероводородную угрозу Черному морю как международную, наряду с чернобыльской трагедией: «Верхняя

граница сероводородного слоя в Черном море за последние десятилетия поднялась с глубины 200 м до 75 м от поверхности. Еще немного, и через Босфор сероводород пойдет в Мраморное, Эгейское и Средиземное моря» («Правда», 1990, 20 января). После этого заявления Президента на экранах телевизоров было видно, что участники форума чуть не попадали со стульев от смеха. Но это еще не все.

Путь к «спасению» Черного моря был мгновенно найден предприимчивыми дельцами. «Или мы станем свидетелями небывалой экологической катастрофы... или миру будет дан великий пример прозорливости и праведной технологической мощи» («Литературная газета», 1989, № 24). «Великим примером» оказался проект «Черноморская океанотехнология» Энергетического института им.

Г.М. Кржижановского и НИИ по удобрениям и инсектофунгицидам им. Я.В.Самойлова. Для того чтобы приостановить подъем анаэробных вод, собирались выкачивать с глубины 1200 м насыщенную сероводородом воду в объеме 2,5 тыс. км³ в год — 12 ежегодных стоков Дуная! Параллельно планировали заведомо нерентабельную добычу серы из этой воды и извлечение сероводорода как энергоносителя. Компенсацию убытков авторы гарантировали за счет спасения Черного моря.

Немало крови пролилось на полях сражений экологов с «праведной технологической мощью». Только после почти десятилетнего «штурма» анаэробной цитадели Черного моря силами сотрудников 16 институтов различных ведомств всех причерноморских стран их продвижение, начавшееся



1
Схема биохимических механизмов сосуществования аэробного и анаэробного слоев гидросферы.
Сплошная линия в верхней части схемы — распределение кислорода по вертикали, в нижней — распределение сероводорода в морях и метана в пресноводных водоемах.
Eh — окислительно-восстановительный потенциал среды (по Айзатулину, Скопичеву, 1979)

Важнейшие элементы (углерод, водород, азот, сера, железо) встречаются в биосфере и в окисленной форме (CO_2 , H_2O , NO_3^- , NO_2^- , Fe^{3+}), и в восстановленной (углеводы, или $(CH_2O)_n$, углеводороды, или C_nH_y , N_2 , NH_4^+ , Fe^{2+} и другие).

Главный окислитель на Земле — кислород. В водоемы он поступает из атмосферы, поэтому у их поверхности элементы находятся в окисленной форме. Иногда по причинам, которые подробно описаны в статье, кислород не проникает в глубинные слои воды, другими словами, в них создаются анаэробные условия. Там накапливаются восстановленные вещества (углеводороды, сероводород, железо, марганец и другие).

Величина, которая выражает способность среды окислять или восстанавливать вещества, называется окислительно-восстановительным потенциалом (Eh). Он определяется набором веществ, способных окисляться или восстанавливаться, их количествами и свойствами их молекул.

Наряду с химическими процессами окисления и восстановления в природных водах протекают биохимические. Многие бактерии, все грибы и животные не могут улавливать энергию света и вынуждены получать ее при окислении веществ. Электроны от восстановленных веществ-доноров в результате цепочек биохимических реакций попадают на вещества-акцепторы, которые восстанавливаются и выбрасываются во внешнюю среду. Часть энергии остается в организме.

2
Летнее насыщение придонных вод Азовского моря кислородом (по: «Азовское море», 1991). С конца 80-х гг. в южной части Азовского моря летняя гипоксия развивается в аномальные по гидрометеорологическим условиям годы. Пик паводка р.Кубань смещается на июль, ветры над морской акваторией практически прекращаются, а температура в слое воды до дна на 3–4°C превышает среднемноголетнюю норму, достигая 28–29°C. В такие годы (1987–1988) скорость потребления кислорода в придонном слое порой была так высока, что гипоксия и сероводород развивались во всей толще вод (7–8 м) менее чем за 18 часов. В центре и на западе Темрюкского залива концентрации сероводорода в этот период достигали 8,64 мг/л — как в Черном море на глубинах до 2 км

еся в 1984 году, было остановлено. От проекта отказались в основном не из-за научных аргументов, а в результате начавшихся в нашей стране известных политических и экономических событий. Так что, друзья, «воз и ныне там». Но не будь в наших знаниях о природе черноморской анаэробной зоны указанных «белых пятен», технократическая мысль еще до

рождения проекта наверняка нашла бы себе более полезное применение.

Дамоклов меч парникового эффекта

Не успели утихнуть страсти по поводу «сероводородного апокалипсиса» на Черном море, как теперь уже во всем мире поднялась новая волна экологического психоза, связанная с пресловутым парниковым эффектом. На первый взгляд кажется, что ника-

кой связи с анаэробными зонами Мирового океана здесь нет, но не стоит торопиться с выводами.

Еще в 1896 году автор теории электролитической диссоциации, лауреат Нобелевской премии Сванте Август Аррениус в книге «Образование миров» писал, что в случае повышения содержания CO_2 в атмосфере в два раза температура земной поверхности может возрасти на 4°C. Вряд ли шведский ученый в то время подозревал, насколько актуальным станет его прогноз в конце XX века.

Только с 1964 по 1984 год концентрация углекислого газа в атмосфере Земли возросла более чем на 10%, а за последние 200 лет (с доиндустриального времени) — на 25%. Если эта тенденция сохранится, то, по расчетам Национальной академии наук США, к 2100 году количество CO_2 в атмосфере удвоится. По другим расчетам, оно вырастет уже к середине XXI века, и не в два, а в три раза. Причину этого многие ученые видят прежде всего в том, что предприятия — потребители ископаемого топлива (нефти, газа, угля) за последние 50 лет в четыре раза увеличили выбросы этого газа.

Все эти выводы вместе с данными о повышении уровня Мирового океана дали толчок очередному экологическому психозу. В 1985 году на Международной конференции в Австрии Межправительственная рабочая группа ООН по климатическим изменениям высказала предположение, что между 2025 и 2050 годом температура воздуха на Земле может повыситься на 1,5–4,5°C по сравнению с современной. В 1990 году на Второй всемирной климатической конференции в Женеве также было высказано мнение, что в течение XXI века глобальное потепление может составить 2–5°C. По этому поводу еще в середине XX века высказывали и совсем фантастические гипотезы: предполагали, что к 1970-м годам в Европу переселятся африканские животные, а таяние Западно-Антарктического ледника приведет к повышению уровня океана на 5,5 м и Всемирному потопу.

В этой ситуации, как и в случае с сероводородной зоной Черного моря, ученые оказались не на высоте. По мнению профессора Н.А.Айбулатова, «из-за недостаточности наших знаний подъем уровня океана является самым малоисследованным звеном логической цепочки: повышение концентрации парниковых газов — увеличение температуры — таяние ледников — подъем уровня океанских вод».

Родословные анаэробных зон

При изучении парникового эффекта цепочка причинно-следственных связей опять приводит нас к океану, в том числе, как мы полагаем, и к мало еще исследованным анаэробным зонам.

В ученом мире давно утвердилось мнение о том, что формирование гидросферы нашей планеты происходило в анаэробных условиях. Вероятный сценарий эволюции жизни и газовой

состава атмосферы Земли, а также современные геологические и палеонтологические его доказательства неоднократно описаны (см., например, статью М.Б.Бурзина в № 7 «Химии и жизни» за 1998 год).

На протяжении мезозоя (230–65 млн. лет назад) и кайнозоя (65–1,8 млн. лет) горообразовательные процессы все больше расчленили поверхность нашей планеты, океаны становились глубже, возникали внутриконтинентальные моря, которые периодически теряли связь с открытым океаном и превращались в крупные бессточные водоемы. В отдельных районах океана стали складываться физико-географические условия, неблагоприятные для аэрации его глубинных вод. В этот период гидросфера планеты разделилась на два слоя: аэробный, насыщенный кислородом и контактирующий с атмосферой, и анаэробный, занимающий придонные горизонты морей, контактирующий с океаническими осадками и не содержащий кислорода.

Как образуется сероводород в случаях, когда кислород не поступает в глубины моря, хорошо известно: сульфатредуцирующие бактерии используют для дыхания не кислород, а оксиды серы (точнее, сульфат-ионы), восстанавливая их до сероводорода.

Основная помеха для поступления сероводорода в верхние слои моря, как уже говорилось, — его химическое окисление растворенным в воде кислородом. Оно происходит в слое, где находятся оба газа (С-слой). В результате этой реакции образуются сульфаты и тиосульфаты в соотношении 1:1, а далее тиосульфаты доокисляются тионовыми бактериями до сульфатов. Российские ученые Б.А.Скопинцев и Т.А.Айзатулин установили, что в водоемах сульфатредукция и окисление сероводорода при ограниченной аэрации морских глубин сбалансированы и благодаря этому анаэробные зоны существуют во многих районах Мирового океана. Основные биохимические процессы в этих зонах и их участники, микроорганизмы, неизменны на протяжении всей истории нашей планеты (рис. 1). Природные же условия, приводящие к ограничению доступа кислорода и соответственно к развитию анаэробных зон, могут быть совершенно различными.

Нам удалось выделить семь основных физико-географических типов обстоятельств, приводящих к развитию анаэробных условий в водной среде. Здесь можно только кратко их описать и остановиться на некоторых примерах.

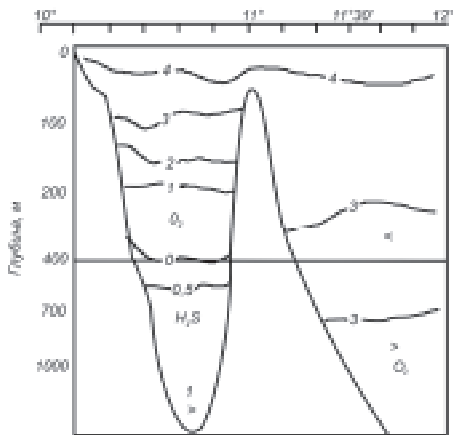


ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

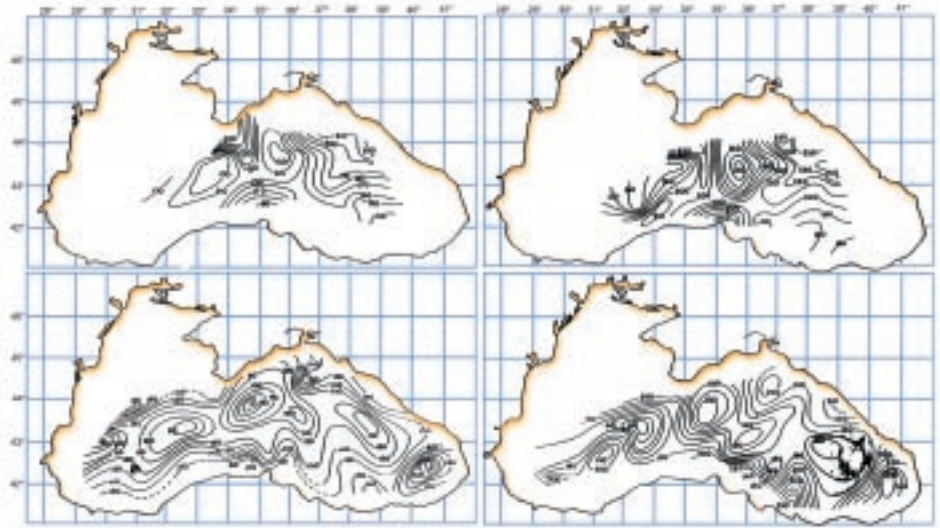
Сероводородные зоны гидрологического типа формируются тогда, когда внутри водной массы есть резкий перепад плотности воды по вертикали. Он и служит барьером для доступа кислорода в глубинные слои водоема. Причиной такого перепада может быть интенсивный прогрев поверхностных вод в небольших озерах, интенсивное опреснение поверхностного слоя речным стоком (эстуарий Кеббидж-три-Безин в Австралии), или, наоборот, осолонение придонных вод более солеными (северо-западный шельф Черного моря, впадины восточной части Средиземного моря, озеро Могильное на острове Кильдин в Баренцевом море и некоторые другие районы Мирового океана).

Анаэробные условия гидрометеорологического типа возникают, когда аэрация глубинных слоев моря прекращается из-за ослабления ветров (следовательно, меньшего перемешивания вод) и интенсивного прогрева летом. Подобная ситуация складывается в Азовском море. С начала изучения его кислородного режима (1923–1927) и до начала 50-х годов летнюю гипоксию вод у дна здесь фиксировали эпизодически. С 1952 по 1977 год это явление наблюдало ежегодно. Несколько лет содержание кислорода у дна (на глубине 8–12 м) снижалось практически до нуля (рис. 2). Анаэробные условия создаются и в замерзающих водоемах.

В водоемах, обмен которых с открытым океаном затруднен возвышенностями дна (мелководными проливами), аэрация вод также нарушается, и такая анаэробная зона относится к геоморфологическому типу. Подобные условия наблюдаются в глубинах впадин Кариакто в Карибском море и Орка в Мексиканском заливе, отделенных от океана высоким порогом (рис. 3), а также в самом большом сероводородсодержащем морском бассейне мира — нашем любимом Черном море (рис. 4). Как известно, имея глубину более 2 км, оно отделено от Мраморного и Средиземного морей барьером, состоящим из мелких, до 76 м, проливов.



3
Рельеф дна и сероводородная зона впадины Кариако Карибского моря (по Айзатулину, 1979). В 1954 году американский ученый А.Редфилд обратил внимание на то, что впадина Кариако, расположенная в Карибском море недалеко от Венесуэлы, отделена от остальной части моря порогом и плотности вод ее верхнего 150-метрового и нижнего, более чем 1000-метрового слоев резко отличаются. Это дало ему основание предположить наличие в глубинах впадины сероводорода. Таким образом, второй по величине (после Черного моря) сероводородсодержащий бассейн был открыт буквально «на кончике пера»



4
Положение верхней границы сероводорода в Черном море изменяется в зависимости от сезона. В настоящее время она ближе всего к поверхности зимой (в среднем на глубине 103 м). Весной, летом и осенью она расположена на горизонтах соответственно 121, 123 и 126 м (по Фащук, Айзатулину, 1986; Базбородову, Еремееву, 1993)

Не менее распространен в Мировом океане гидрогеоморфологический тип анаэробных бассейнов. Доступ кислорода в глубинные слои здесь затруднен из-за того, что бассейн представляет собой глубокую впадину и частично изолирован от остального океана, при этом в придонный слой периодически поступают воды более соленые, чем поверхностные. К водоемам такого типа можно отнести и мангровые болота, где пологие берега и приливы создают условия для развития анаэробных процессов. Но наиболее характерный пример — Балтийское море. Его ограниченный водообмен с Северным, более соленым морем через систему узких мелких проливов, наличие большого количества относительно глубоких (220–440 м) впадин, а также мощный материковый сток формируют в нем, как и в Черном море, распресненный верхний слой и глубокий соленый. Скачок солености затрудняет обмен водой между ними, в результате во впадинах моря царит гипоксия и образуется сероводород (рис. 5).

Иногда на дне водоема интенсивно накапливаются илестые осадки с большим содержанием органического вещества, в которых развиваются анаэробные процессы. Такие водоемы осадочного типа широко распространены на суше. В океанах они чаще всего встречаются в зонах шель-

фа вокруг материков, в районах поднятия глубинных вод — апвеллингов, например у побережья Перу и Намибии. В этом случае в иловых водах ниже самого верхнего слоя осадков наблюдается резкий (до 10 см и меньше) переход от аэробных к анаэробным условиям (редокс-клин). Часто из таких осадков в воду выделяются восстановленные химические элементы (железо, марганец) и в присутствии кислорода быстро окисляются. В стоячей воде такие оксиды образуют на дне своеобразную белесую пленку, часто приводящую в недоумение водолазов-исследователей.

Если такие осадки формируются в прибрежной зоне, то сгонные ветры и волнения могут смещать насыщенные сероводородом придонные воды на мелководье и поднимать к поверхности. Это вызывает массовую гибель рыбы и других организмов. У этого явления могут быть и другие, не менее интересные, последствия. Немало кровавых сцен разыгрывалось на палубах пиратских бригад, промывавших живой товар в африканских водах Атлантики в заливе Уолфиш-Бей у берегов Намибии, когда в ясный солнечный денек после шторма кто-либо из джентльменов удачи обнаруживал в своем заветном сундучке вместо серебряных дукатов и пиастров тусклые черные кружочки. При-

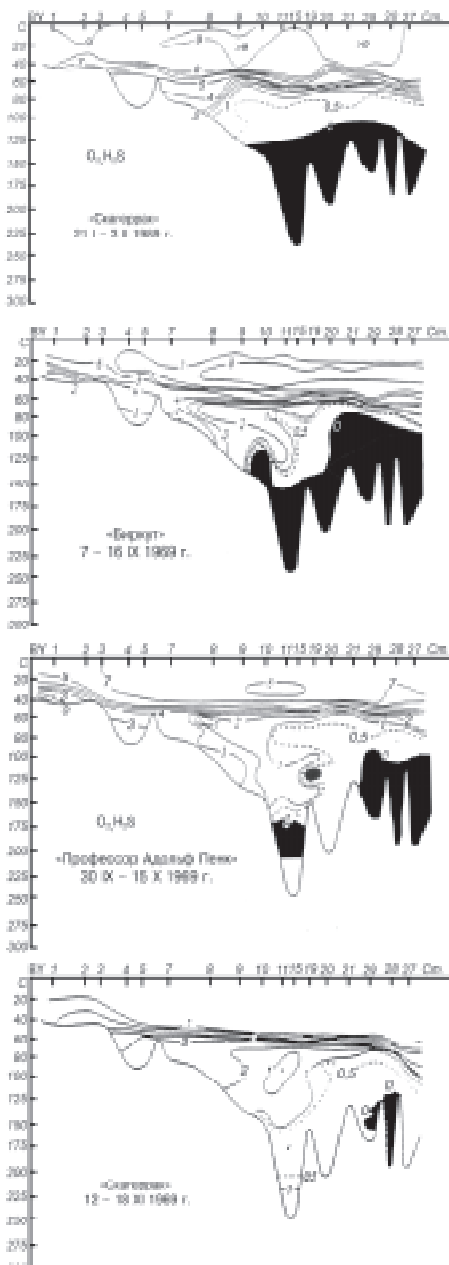
чина проста: серебро окислилось в присутствии сероводорода, поднятого к поверхности вчерашней непогодой, но откуда это было знать мертвецам? Будь среди них хоть один грамотный геохимик — побоища удалось бы избежать.

А однажды население побережья Намибии пришлось экстренно эвакуировать на 12 км в глубь материка, чтобы спасти от сероводорода. Ядовитый газ начал наступать на сушу после продолжительных сгонных штормов. В этом же районе Атлантики до сих пор распространен оригинальный промысел рыбы. Местные жители экологически более грамотны, чем пираты. За большим судном, идущим в порт или на рейдовую стоянку, следует кавалькада мелких рыбацких лодок, ожидая, пока судно станет на якорь. Дождавшись отдачи якорей, этот эскорт устремляется к месту их падения в воду, и через некоторое время рыбаки начинают сачками вычерпывать всплывающую на поверхность рыбу. Сероводород, поднятый якорями из грунта, вызывает у нее временный токсикоз, и, как следствие, она становится вялой.

На тихоокеанском побережье Латинской Америки непосвященные туристы часто приходят в недоумение, обнаружив утром свой лайнер, еще вчера белоснежный, совершенно чер-



5
Распределение кислорода в мл/л (изолинии) и сероводородные зоны (штриховка) на разрезах через западную часть Готландской впадины Балтийского моря (по: «Балтийское море», 1994).
В годы с преобладанием сильных западных ветров в глубинные слои Балтийского моря через Датские проливы вторгаются большие объемы соленых североморских вод, которые азрируют глубоководные впадины. Максимумы вторжения отмечаются обычно в мае и происходят раз в 3–5 лет.
Запасы кислорода, поступающие при нагонах в глубинные слои моря, из-за сильной стратификации быстро иссякают, и во впадинах опять образуется сероводород.
Аэрация глубоководных впадин происходит путем их последовательного заполнения вторгающимися по дну солеными водами в направлении с юга на север. С 1952 по 1970 год наблюдалось 13 вторжений соленых вод в Балтийское море, а к 1980 году число таких случаев достигло 21, из которых лишь 7 наиболее мощных смогли полностью азрировать Готландскую впадину.
Объем поступивших в море соленых вод в эти годы достигал 200 км³ (годовой сток Дуная в Черное море), или 1,5% общего объема вод Балтики.
Указаны названия научно-исследовательских судов, с борта которых вели наблюдения, и даты рейсов



ным. Местные жители называют это явление «перуанский художник» или «маляр». Его причина та же, что и в случае с морскими бродягами, только здесь с сероводородом реагирует не серебро, а свинец белил, которыми покрашены надстройки парохода. Он превращается в сульфид свинца черного цвета.

Шестой тип в нашей классификации анаэробных водоемов – *подземный*. Он характерен для нижних почвенных горизонтов, когда там есть водоупорные слои глин или тяжелых суглинков.

Наконец, *геологический* тип составляют древнепогребенные, насыщенные органикой пласты в земной коре (месторождения нефти, газа, сапропелевые илы, торфяники), а также анаэробные условия в водах, захороненных в недрах земли (ювенильных). Когда они выходят из глубин земли, в придонных горизонтах активных зон

океанов возникают резкие геохимические барьеры между анаэробными и аэробными условиями (термальные воды на суше, белые и черные курильщики в океанах). На этих участках образуются донные отложения железа, марганца и других элементов и развиваются формы жизни, основанной на хемосинтезе.

Изменчивость анаэробного слоя гидросферы

В природе каждый из рассмотренных физико-географических типов анаэробных бассейнов в чистом виде встречается редко. Значительно чаще действует сложный набор факторов. Граница между аэробными и анаэробными условиями в гидросфере очень неустойчива, как неустойчиво и положение самих сероводородсодержащих бассейнов.

Яркий пример таких событий — геологическая история Балтийского моря. Только за последние 15 тыс. лет здесь несколько раз аэробные условия сменялись анаэробными, и наоборот. Так, в конце IV ледникового периода Балтийская впадина, располагавшаяся выше уровня Мирового океана, заполнилась талой ледниковой водой. На память об этом событии природа оставила современной Балтике пресноводную рыбку — четырехрогого бычка.

После таяния ледника территория Скандинавии «поехала» вверх (с тех пор берега Норвегии выросли на 50 м). Уровень моря понизился, оно соединилось с Северным через образовавшиеся Датские проливы, и в него стали поступать соленые океанские воды вместе с населяющими их организмами. Балтийское море этого периода геологи называют Польдиевым по имени арктического соленоводного моллюска, проникшего сюда в ходе этих событий. Тогда же здесь возникла анаэробная зона.

Еще через тысячу лет в результате тектонических подвижек западный берег моря поднялся, и его связь с Мировым океаном вновь прервалась на долгое тысячелетие. В образовавшемся аэробном озере прекрасно устроился пресноводный моллюск *Anzillus*, по имени которого Балтийское море того времени называется Анцилловым.

Семь тысяч лет назад район нынешнего Северного моря начал опускаться, а тот водоем, что был на месте Балтийского, соединился с Мировым океаном. При этом образовалось соленое Литориновое море, которое через 4 тыс. лет, по мере уменьшения интенсивности водообмена с океаном, превратилось в современное Балтийское. Не менее драматичной и переменчивой представляется геологическая история Черного моря.

Таким образом, в геологическом масштабе времени анаэробные зоны весьма непостоянны. Однако причиной их изменчивости, по нашему мнению, могут быть не только физико-географические обстоятельства, но и

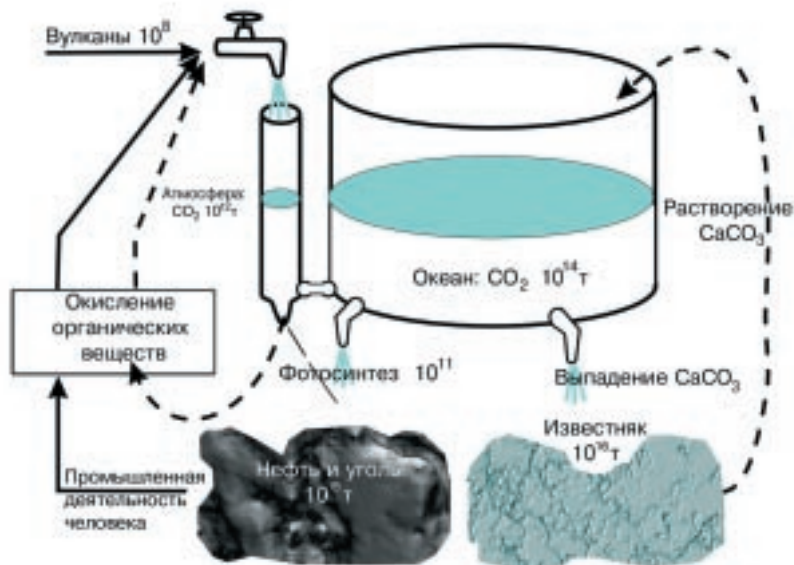


пресловутый парниковый эффект. Но давайте все по порядку.

Считается, что за время существования нашей планеты ее атмосфера и гидросфера получили в результате извержения вулканов $2 \cdot 10^{17}$ тонн углекислого газа. На сегодня в Мировом океане и других водоемах его растворено $130 \cdot 10^{12}$ тонн. Атмосфера содержит $2,6 \cdot 10^{12}$ т (0,03%) CO_2 . В живом веществе его еще меньше. Куда же девался остальной углерод? Ученые отвечают — ушел в геохимический «тупик»! В монографии «Океан: активные поверхности и жизнь» химик Т.А.Айзатулин, океанолог В.Л.Лебедев и биолог К.М.Хайлов объясняют это следующим образом. После диссоциации угольной кислоты в воде образуется карбонат-ион (CO_3^{2-}). Он связывается ионами кальция в нерастворимый CaCO_3 , который оседает на дно и образует известковые породы. За многие миллионы лет этот химический насос перекачал из атмосферы в твердые морские осадки в десятки тысяч раз больше углекислого газа, чем есть сейчас в атмосфере. Но это еще не все.

Геохимический тупик снабжается углеродом и с помощью другого, биологического, насоса. Органическое вещество, создаваемое при фотосинтезе, через пищевые цепочки включается в биомассу морских растений и животных, которые после отмирания окисляются бактериями-гетеротрофами до углекислого газа. Но это происходит не всегда. Часть органики захоранивается на дне океана, превращаясь без окисления в нефть и уголь. Количество углерода в этих полезных ископаемых также во много раз превышает его количество в углекислом газе атмосферы.

Таким образом, химическим и биологическим путем океан выводит избыток углекислого газа из его круговорота и тем спасает нашу планету от катастрофы. Если бы не было геохимического тупика, то количество CO_2 в атмосфере Земли сегодня составило бы 10^{17} тонн — как на Венере. По мнению этих авторов, именно океан поможет нашей планете избе-



б
Обмен CO_2 между атмосферой и океаном и углеродный цикл (по Айзатулину и др., 1979). Из-за высокой растворимости углекислого газа океан содержит его в 100 раз больше (10^{14}), чем атмосфера (10^{12}). При этом за счет извержения вулканов атмосфера получает до 10^8 , а в результате сжигания человеком ископаемого топлива — примерно $5 \cdot 10^8$ т CO_2 . В процессе фотосинтеза из океана в животные и растительные организмы ежегодно переходит 10^{11} т углерода, в известняковых осадках его захоронено 10^{16} , а в виде нефти и угля — 10^{15} тонн

жать ужасов парникового эффекта. Резервуары «атмосфера» и «океан» неразрывно связаны между собой, и повышение концентрации углекислого газа в воздухе неизбежно приводит к компенсирующим эффектам в океане (рис. б).

Еще один предохранительный клапан?

Но только ли геохимический тупик океана может спасти нашу планету от парникового эффекта? Ведь анаэробные бактерии тоже поглощают углекислый газ. Обратим внимание, что одновременно с потеплением климата и развитием парникового эффекта растет крупнейший в мире западно-сибирский массив болот, водоемы суши быстро насыщаются органикой и заболачиваются (см. «Природу», 1980, № 11), на шельфовых участках Черного моря и других внутренних морей все больше распространяются сероводородные зоны (Фащук Д.Я., Сапожников В.В., 1999). То, что анаэробные процессы в гидросфере становятся активнее, мы расцениваем как реакцию на расширение хозяйственной деятельности человека. В природе в ответ на сжигание органического вещества активизировался еще один предохранительный тупик для утилизации избытка углекислого газа —

биогеохимический, то есть связывание CO_2 анаэробами. Сможет ли этот механизм сдерживать рост количества углекислоты в атмосфере, пока сказать нельзя. Это остается делом будущего, как и сведение баланса сероводорода, и расчет его запаса в Черном море и других анаэробных бассейнах океана.

Ну что ж, это еще один стимул более глубоко изучить обмен CO_2 между поверхностными и глубинными водами и биохимические особенности анаэробного слоя гидросферы, который не только участвует в поддержании карбонатного равновесия в океане, но и стабилизирует газовый состав атмосферы, противодействуя развитию парникового эффекта. В единой двуслойной гидросфере анаэробный слой представляется нам не антагонистом, а скрытым резервом аэробного. Населяющие же его организмы при таком подходе оказываются не соперниками аэробных, а, наоборот, их соратниками в борьбе за сохранение жизни на нашей планете при любых обстоятельствах.





Кемский рыбоводный завод — вторая родина миллионов мальков семги



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

В. Артамонова

Перелетные рыбки



В начале мая в Карелии еще лежит снег, но для работников рыбоводных хозяйств это жаркая пора. Их питомцы — маленькие рыбки, появившиеся на свет в стенах завода два года назад, улетают на север. Специально оборудованный вертолет доставляет мальков в ту самую реку, откуда происходят их родители. Выполнять это условие очень важно, и вот почему.

Когда в одной из крупнейших семужьих рек Карелии, Керети, появился рыбий паразит, уничтоживший по-

чти все местное стадо семги (см. «Химия и жизнь», 2000, № 6), генетики задумались: почему не вымирает ценная рыба в реках бассейна Балтики, где этот микроскопический червь встречается испокон веков? Есть, значит, у балтийской семги какой-то ген, благодаря которому рыба успешно борется с инфекцией, а вот у арктической этого гена не оказалось...

Дальше пришлось задуматься и о многом другом. Десятилетиями ихтиологи ругали рыбоводные заводы за плохую работу. Некоторые даже пред-

лагали вообще закрыть их. Ведь предприятия, которые строили, чтобы компенсировать вред, нанесенный природе строительством ГЭС, со своей задачей явно не справлялись. Был в них какой-то непонятный изъян.

Между тем первоначальная идея была вроде бы здоровой. Раз уж плотины мешают семге и другим проходным рыбам подниматься вверх, к нерестилищам, рыбу нужно ловить ниже плотины. Собирать, оплодотворять и инкубировать икру следует на заводе, а в реку выпускать уже подросшую молодь, готовую уйти в море почти немедленно.

О том, что завод-инкубатор начали строить лишь спустя пять-десять лет после пуска ГЭС, беспокоились мало: в других-то реках семга останется и как только рыбоводное хозяйство примется за дело всерьез, потери будут восполнены немедленно. На заводе нет хищных щук и прожорливых чаек, нет колебаний уровня



Чтобы выловить из бассейнов и перенести к машинам семь тонн мальков, потребуются усилия всех сотрудников завода — от рыбовода и рабочего до директора



Погрузка живой рыбы в вертолет — дело ответственное



воды, всегда достаточно пищи, а потому до двухлетнего возраста, когда семге приходит пора отправляться в море, доживает в десятки раз больше рыбок, чем в природных условиях.

На практике вышло иначе. У семги хорошо развито чувство родного дома, или «хоминг», как говорят специалисты. По одним ей ведомым приметам эта рыба умеет находить водоем, где началась ее самостоятельная жизнь, и стремится вернуться для продолжения рода именно сюда; чужаки в семужьих реках появляются редко. Но специалисты поняли это не сразу. А потому ко времени ввода в действие Выгского и Кемского рыбоводных заводов спасать в крупнейших карельских реках Выге и Кемии было уже практически некого — местная семга почти вымерла.

Попытки возместить потерю за счет мальков, выращенных из икры производителей рек Мурманской облас-

ти, дали не много. Из сотен тысяч рыбок, выпущенных в Кемь и Выг, на нерест возвращались сюда лишь единицы. И подобная картина наблюдалась почти везде. Редкие удачи, когда возврат был высоким, казались чем-то случайным, непредсказуемым. И практика, когда производителей брали в одной реке, а мальков выпускали в другую, стала повсеместной.

Паразит, поселившийся в Керети, все расставил по своим местам. Чтобы спасти семужье стадо, керетскую семгу уже более десяти лет разводят искусственно, и она в большом количестве возвращается в Кереть. Заводской рыбы (ее метят, отрезая малькам жировой плавник) в этой реке стало не менее 80%, да и общее ее количество таково, что стадо вполне сможет продержаться лет пять-восемь, пока люди наконец займутся очисткой водоема от паразита. А сек-

рет успешного воспроизводства, похоже, в том, что семга каждой конкретной реки хорошо приспособлена к жизни только в ней. Этот вывод подтверждают и работы испанских и английских ученых: они показали, что, если заложить на инкубацию прямо в реку икру «своей» и «чужой» рыбы, в первом случае мальков выживет значительно больше.

Так что причину низкого возврата заводской рыбы в северные реки следует искать не в плохой работе рыболовных заводов, а в особенностях биологии самой семги. Причем события последних лет показали, что знаем мы ее не так уж хорошо.



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

В полете за рыбками присматривают специалисты Карелрыбвода. Достаточно ли малькам кислорода?



Кереть еще подо льдом, только пороги открылись. Значит, у новоселов есть время адаптироваться к новым условиям: щуки и чайки их пока не побеспокоят



И кстати, рыбководы Кемского завода многое поняли даже раньше ученых. Уже добрый десяток лет разводят они онежского лосося реки Шуя, выпуская мальков именно в эту реку. И результат налицо: если в начале 1990-х рыбаки не всегда могли выбрать квоту на вылов онежского лосося всего в пять тонн, то сегодня его уловы выросли чуть ли не в двадцать раз. Благодаря усилиям сотрудников завода в Ладожском и Онежском озерах стало много палии — еще одной ценной лососевой рыбы.

Наконец-то стало понятно и то, каким путем можно пытаться восстановить утраченные семужьи стада Кеми

и Выга. Выпуская в обезрыбевшую реку мальков от «чужих» производителей, сотрудники завода пристально следят за возвратом рыбы. Если кто-то вернулся — значит, смог уцелеть в данной реке, значит, хоть как-то приспособлен к ее условиям. У потомства таких рыб шансов выжить будет больше, чем у чужаков, не прошедших отбор, и потому на инкубацию стараются заложить побольше икры именно от семги, сумевшей стать в этой реке своей.

Вот почему Карелрыбвод не жалеет денег на доставку мальков в родную реку. В конечном счете эти затраты окупятся, когда из Атлантики вернутся они огромными рыбинами весом пять килограммов. Да к тому же не потребуются огромных денег на восстановление утраченных семужьих стад.

К счастью, экология и экономика — не всегда антиподы.



Доктор
физико-математических наук
А.Н.Кузнецов

О времена, о нравы!

Несколько лет назад в «Химии и жизни» (1997, № 6) рассказывалось о члене-корреспонденте АН СССР Льве Арамовиче Пирузяне (ныне академике РАН) и НИИ по биологическому испытанию химических соединений (НИИ по БИХС), которым он руководил с 1971 по 1984 год. Это был межведомственный научный центр Академии наук СССР, Академии медицинских наук СССР, а также Минздрава и Минмедпрома СССР. В 1984 году (как раз в начале перестройки) институт бесцеремонно разогнали. Я был свидетелем этой мало кому известной позорной страницы истории отечественной науки и поэтому могу кое-что добавить к той публикации.



МГУ — Химфизика — НИИ по БИХС...

Окончив в 1965 году кафедру биофизики физического факультета МГУ под руководством профессора Льва Александровича Блюменфельда, я успешно защитил под его же руководством кандидатскую диссертацию в Институте химической физики АН СССР, посвященную исследованию методом электронного парамагнитного резонанса различных конденсированных (в том числе биологических) сред. Но, как было принято в 70-е годы, «свыше» неожиданно поступило распоряжение сократить штаты научных сотрудников института, в том числе и лаборатории Блюменфельда.

В то время я был все еще младшим научным сотрудником и, соответственно, получал гроши, а между тем должен был содержать семью. И Лев Александрович принял мудрое решение: рекомендовал меня на более высоко оплачиваемую должность в НИИ по БИХС, незадолго до этого «отпочковавшийся» от Института химической физики. Таким образом, и никто не пострадал (а я получил солидную прибавку к окладу), и высокое распоряжение было исполнено...

Уничтоженный донос

Тогда я был очень толст и непосредственно перед переходом в НИИ по БИХС сидел на так называемой водной диете, похудев не менее чем на 20 кг. И вот, ранней весной 1974 года, когда начал выходить из голодовки и уже был сотрудником Пирузяна, мой бывший студент, работой которого я ранее руководил, защитил кандидатскую диссертацию.

Защита происходила утром, была успешной, а за ней, как обычно, последовал дружеский банкет. Но этим дело не закончилось: застолье продолжилось в открытом кафе в Нескучном саду до позднего вечера, а потом все разбрелись кто куда. Так, официального оппонента, заведующего лабораторией радиоспектроскопии Института вирусологии АМН СССР, ноги занесли... в высотное здание Министерства иностранных дел на Смоленской площади. Беспрепятственно войдя со двора на первый этаж этого строго охраняемого здания, он сделал там свои неотложные дела, также беспрепятственно вышел и на такси уехал домой. Да вот беда: не только оставил в МИДе осязательные

следы своего пребывания, но и портфель с документами, а также, к ужасу охранников, еще и литровую бутылку с «тяжелой» водой, нужной, конечно, не для создания атомной бомбы, а для спектроскопических исследований. Впрочем, как ни странно, все ограничилось лишь подпиской о неразглашении государственной тайны (непонятно только, какой именно — скорее всего, тайны головоутиательства охраны).

Со мной же произошла более странная история, которая могла закончиться гораздо хуже. Поскольку я выходил из голодовки, то не закусывал и очень устал. Выбрался к ночи на Ленинский проспект, присел на скамеечку около троллейбусной остановки и... задремал. Тут-то меня и застукал наряд милиции. И хотя я был вполне прилично одет и имел при себе документы, оставшуюся часть ночи мне пришлось провести в отделении.

Утром замполит отделения меня вежливо выслушал, посмеялся, извинился, позволил позвонить домой, записал для себя рецепт водного голодания и заверил, что никаких последствий этот инцидент иметь не будет.

Но... блажен, кто верует. Спустя несколько месяцев, когда я совер-



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

наших провинциальных сборниках. И пришли в ужас: в этих статьях не было ни вразумительных теоретических обоснований экспериментов, ни полных описаний условий их проведения, ни критического анализа полученных результатов. Но все эти результаты подавались как сенсационные!

Убедившись в бесплодности поисков «на периферии», мы обратились к гораздо менее многочисленным статьям аналогичного профиля, опубликованным в солидных отечественных и зарубежных изданиях. Отобрали из них те, что казались нам наиболее правдоподобными и перспективными, и попробовали воспроизвести описанные в них результаты. Но, к нашему удивлению и разочарованию, подавляющее большинство этих работ тоже содержали грубые ошибки. Хотя из этого и нельзя было сделать категорический вывод, будто магнитобиологических эффектов не существует и существовать не может.

Тем не менее видные биофизики того времени заняли непримиримую обструкционистскую позицию. Так, когда наши работы уже стали давать положительные теоретические и экспериментальные результаты и я доложил о них на семинаре лаборатории Института молекулярной биологии АН СССР, которой руководил член-корреспондент АН СССР М.В. Волькенштейн, тот сделал воистину поразительное заявление. Он сказал, что те наши исследования, в которых мы не обнаружили магнитобиологических эффектов, хороши, а те, в которых такие эффекты наблюдались, — не заслуживают внимания, так как способны лишь подогреть интерес к «лженауке», с которой сам Волькенштейн самоотверженно боролся.

Тем не менее я с глубоким уважением отношусь к памяти Михаила Владимировича и считаю весьма плодотворным сформулированный им принцип «презумпции виновности» ученого (см. «ХиЖ», 1999, № 10). Несмотря на то что сам Волькенштейн этот принцип игнорировал, априорно считая все работы в области магнитобиологии «лженаучными»...

шенно забыл об этой истории, во время одного из заседаний ученого совета, Лев Арамович дал мне знак сесть рядом (а соседнее с ним кресло всегда пустовало, чтобы шеф мог быстро узнать мнение кого-либо из присутствующих или дать ему какие-либо оперативные указания).

Погрузив руку в свой обширный карман и вынув из него замызганную бумажку, Пирузян позволил мне прочесть ее под столом из своих рук, — так, чтобы никто не видел, — а потом разорвал на мелкие клочки и бросил в корзину. Это был запоздалый донос из милиции...

Мало кто из академической братии того времени так деликатно обошелся бы с еще мало знакомым сотрудником, не сделав никаких «оргвыводов»!

Через пропасть знаний

Однажды на одном из заседаний ученого совета был сделан, по моему мнению, очень интересный доклад, суть которого сводилась к необходимости конструирования новых лекарств путем малой модификации уже известных биологически активных соединений. Но выступил Пирузян и

заявил, что мы никогда не вырвемся вперед, если наряду с постепенно улучшаемыми свойствами традиционных препаратов не будем использовать накопившийся у наших специалистов богатый эмпирический опыт, который позволил бы делать пусть даже интуитивные, но плодотворные шаги вперед.

Он сказал почти буквально следующее: «Не надо бояться прыгать через пропасть знаний, рискуя в нее свалиться. Пусть только в малом числе случаев, используя свою интуицию, мы найдем что-то принципиально новое, но это будет действительно новое, ради чего и стоит жить и работать. А так, «догоняя и перегоняя Америку», мы никогда не выйдем вперед!» После этого у меня возникло желание разобраться в природе магнитобиологических эффектов и их возможного использования для создания новых, безмедикаментозных методов лечения, что мне и поручил Лев Арамович.

Естественно, отдел, которым я руководил, начал свою работу с изучения многочисленных статей, посвященных магнитобиологическим эффектам, которые тогда печатали в



В перерыве магнитобиологической конференции в Пущино (1982 год). Слева направо: автор статьи, В.Я.Малеев (Харьковский институт радиофизики) и С.И.Алексеев (Институт биофизики АН СССР)

Два визита

Пирузян всячески стремился развивать наше направление. А в то время вернейший способ получить мощную государственную поддержку заключался в том, чтобы представить работу как имеющую важное оборонное значение. Так, тогда ходили слухи о том, будто в США разрабатывается некое электромагнитное оружие. (Возможно, в действительности речь шла о начале развертывания программы «звездных войн» и создании так называемого пучкового оружия для уничтожения ракет.)

Но в Академии наук эту информацию восприняли по-своему и поэтому при Президиуме АН организовали секцию по проблеме «Физическая среда», состоявшую из трех подсекций — одной по биологическому действию излучений высокочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов (головная организация — Институт биофизики АН СССР, руководитель В.В.Тяжелов), другой по биологическому действию электромагнитных волн миллиметрового диапазона (головная организация — Институт радиотехники и электроники АН СССР, руководитель О.В.Бецкий) и третьей по биологическому действию низкочастотных электромагнитных полей и постоянных магнитных полей (головная организация — НИИ по БИХС, руководителем которой был назначен автор этих строк).

Вскоре для знакомства с работами нашего отдела стало приходиться высокое академическое начальство. Сначала нас посетил первый вице-президент АН СССР академик В.А.Котельников. После того как Котельников покинул кабинет, Лев Арамович меня отчитал, сказав, что со столь большими учеными так неpolitично — раскованно и напористо — не разговаривают. То есть вместо того, чтобы доказывать ему свою правоту, следовало внимательно следить за его реакцией и говорить только то, что было близко к его специальности — радиотехнике. И действительно, осматривая потом наши лаборатории, где занимались чисто биофизическими экспериментами, он заинтересовался установкой, наглядно демонстрировавшей влияние импульсных магнитных полей на работу дыхальца виноградной улитки.

Другим высоким гостем, посетившим мой отдел, был второй вице-президент АН СССР, академик Ю.А.Овчинников.

Он проявил себя большим эрудитом, сказав, что получил для себя много ценной информации.

Находчивый замминистра

Для окончательного решения вопроса о финансировании наших работ оставалось встретиться лишь с президентом АН СССР, академиком А.П.Александровым. Но так как формально НИИ по БИХС подчинялся Минмедпрому СССР, то наше участие в академической программе «Физическая среда» следовало сначала согласовать с медицинскими инстанциями и даже, возможно, тоже получить их финансовую поддержку.

И вот однажды Лев Арамович усадил меня в свою машину и повез к

одному из заместителей министра здравоохранения СССР. Моя задача заключалась в том, чтобы кратко рассказать о наших исследованиях. Но в ответ на нашу просьбу о финансировании хозяин кабинета дал понять на примере из собственной практики, что не в деньгах счастье, а в находчивости.

Суть истории, которую он нам рассказал, заключалась в следующем. Когда он руководил работами по исследованию пространственного распределения зон поражения людей в районе атомного взрыва, разные ученые предлагали исключительно дорогие приборные методы. Тогда он придумал самый дешевый метод: обрил наголо много солдат, расставил их по разным направлениям и расстояниям от эпицентра взрыва, а затем, по степени ожога солдатских голов, составил необходимую карту...

Гордый этим людоедским рассказом о своей находчивости, позволившей сэкономить государству много средств, замминистра даже не заметил, как меня перекосило от ужаса. И что он говорил потом — я уже не слышал.

К нам едет президент...

И вот, наконец, в декабре 1981 года к нам вместе с большой свитой (в которую, естественно, входила и представительница комиссии Совета Министров СССР) приехал президент АН СССР — академик Анатолий Петрович Александров. На этом совещании я должен был сделать доклад, а высокое начальство решить — стоит ли предлагать нашу программу исследований на рассмотрение и возможное утверждение Совету Министров СССР. Программа формулировалась таким образом, что была фактически «закрытой», но формально «открытой», поскольку никто из моих сотрудников не согласился бы работать в режиме полной секретности, ведь нас интересовали чисто научные исследования и возможность использования их результатов в медицине.

Мой доклад был заслушан весьма благожелательно, и наша программа была утверждена. Но тут начались какие-то подковерные игры, которые в конце концов погубили все дело. Все началось с того, что недруги Пирузяна направили в наш институт научную комиссию. Проработав около года, эта комиссия подготовила вполне объективный отчет о нашей успешной работе, отметив лишь некоторые несущественные недостатки. Но кого-то из организаторов комиссии такой вывод не устраивал, и первоначаль-

ный обширный и в целом положительный отзыв был неизвестно каким образом подменен краткой справкой, в которой говорилось о неудовлетворительном состоянии научной работы в НИИ по БИХС. Именно эта справка и пошла «куда следует».

Но это было только частью явно спланированной атаки на наш институт. Одновременно с научной комиссией у нас стала работать и финансово-экономическая комиссия, в задачу которой входило изыскание любых финансовых нарушений за все время существования института. Тщательно проверялось наличие запасных частей приборов, действующего и недействующего оборудования, актов списаний — и т.д. и т.п. Любой научный сотрудник, проработавший на одном месте хотя бы несколько лет, скажет, как трудно (а порой даже невозможно) найти подобную документацию. Тем не менее эта комиссия ничего криминального не обнаружила.

Однако тучи над нашим институтом явно сгущались. И тогда, вспомнив о визите к нам Анатолия Петровича Александрова, положительно оценившего наши первые успешные шаги в развитии нового научного направления, я обратился к нему с просьбой о помощи. И добился того, что мое письмо пошло не через общую канцелярию, а было передано ему прямо в руки. Но спустя некоторое время мне сказали, что Анатолию Петровичу запрещено в какой-либо форме помогать Пирузяну. Не подчиниться этому указанию не мог даже президент АН СССР...

Чистка по «первой категории»

Не обнаружив никаких серьезных финансовых нарушений в деятельности нашего института, Минмедпром СССР начал «чистку» по национальному принципу, стараясь изгнать из НИИ по БИХС всех евреев и армян, коих, по его мнению, оказалось больше,

чем в других институтах страны. Причем даже принималась во внимание национальность одного из родителей. (Недавно, спустя 20 лет после всей этой истории, в «Новой газете» была опубликована грустная шутка «Два в одном»: еврей с лицом кавказской национальности.) Так, у меня русские фамилия, имя и отчество, но я еврей по матери; долго проверялась и национальность Пирузяна...

В те годы начинался очередной рецидив всеобщей борьбы с «инородцами», что, видимо, и было истинной причиной атаки на НИИ по БИХС. Но тогда все происходило вполне благополучно — без МГБ, как в начале 50-х, без милиции, как сейчас, а при участии органа, называвшегося Комитетом партийного контроля, сокращенно — КПК. Обвинение было, естественно, идеологическим. По требованию свыше в отделе кадров нашего института составили список сотрудников, против фамилий которых были проставлены кружки, треугольники, крестики: всей этой чертовщиной шифровалась национальность. В конце концов Пирузяну сказали, что у него нехорошее окружение: так, у нас работала дочь академика А.Д. Сахарова, потом придумали какого-то шпиона и вообще обвинили директора в сионизме...

Все это происходило в момент, когда институт уже преодолел главные организационные трудности и вплотную подошел к внедрению в медицинскую практику новых уникальных лекарств и лечебных технологий, основал филиал по разработке готовых лекарственных форм, филиал молекулярной патологии, получил производственную базу.

Получив вызов на заседание КПК, Лев Арамович смутил всех тем, что не сказался больным, как было тогда принято: ведь заочно о человеке можно сказать все, что угодно. Видимо, поэтому все ограничилось лишь тем, что Пирузяну только вынесли строгий выговор с занесением в учетную карточку за нарушение партийной и го-



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

сударственной дисциплины (что было тоже не слабо — после этого директором института, в котором работало около пяти тысяч человек, он оставаться никак не мог).

Но Лев Арамович, несмотря на жестокую заказную расправу, нашел в себе силы успешно, хотя и практически в одиночку, продолжать теоретические исследования в Институте химической физики РАН.

А меня, как беспартийного, обрабатывали в самом институте. «Чистка» проводилась под видом свободного конкурса на замещение всех должностей, включенных в новое, сильно урезанное штатное расписание (в котором, кстати, вообще отсутствовали единицы для руководимого мной отдела). Решение принимала комиссия, в состав которой входили надежные члены партбюро и профкома, а для приличия — один беспартийный, голос которого, естественно, никакого веса не имел.

Сначала я подал заявление на должность заведующего лабораторией молекулярной биологии. После того как меня «прокатили», подал заявление на должность старшего научного сотрудника той же лаборатории — и снова «мимо». После этого за научную должность я уже не боролся, но так как не хотел покидать институт, то согласился на должность инженера, а фактически... слесаря, и несколько месяцев проработал у верстака.

С тех пор прошло немало лет. За это время я работал в разных учреждениях, написал и выпустил в свет две монографии, но прошлого забыть никак не мог. И вот теперь, уже перед выходом на пенсию, вновь стал сотрудником подразделения, руководимого академиком Пирузяном.

К сожалению, талантливый и дружный коллектив НИИ по БИХС, собранный Львом Арамовичем, уже почти невозможно создать заново. Но очень бы хотелось попробовать.





Открытия приходят лишь к тем,
кто подготовлен к их пониманию
Луи Пастер

I	1	Водород H								
II	2	Литий Li								
III	3	Натрий Na	Магний Mg							
IV	4	Калий K	Кальций Ca							
V	5	Серебро Ag	Цинк Zn							
VI	6									
VII	7	Серебро Ag	Кадмий Cd							
VIII	8									
IX	9	Золото Au	Ртуть Hg							
X	10									



М.Левицкий

Открытия и судьбы



ПОРТРЕТЫ

Открытие — это результат долгого напряженного труда и в то же время редкая удача, подарок судьбы. Как свидетельствует история, именно эта двойственность, накладываясь на темперамент и черты характера первооткрывателей, переделывала их судьбы, где радость от достигнутого смешивалась с горечью потерь.

Есть много примеров того, когда постепенное накопление знаний делает открытие неизбежным. Оно буквально висит в воздухе, вопрос лишь в том, кому первому посчастливится сорвать созревший плод.

Объединение славных имен

Начиная с середины XVII в. и вплоть до начала XVIII в. ученые думали, что воздух — это однородное тело, подчиняющееся определенным, говоря современным языком, газовым законам. В 1661 году в лаборатории Оксфорда физик-любитель Ричард Таунли под руководством Роберта Бойля повторил опыты своего учителя с барометрической U-образной трубкой и высказал предположение, что воздух обладает упругостью. Бойль, не желая преуменьшать заслуг помощника, в 1662 году опубликовал эти результаты, назвав их теорией Таунли. Однако он не только отметил упругость воздуха, но и сформулировал результаты в виде закона, то есть указал, что существует обратная зависимость объема от давления. Пятнадцатью годами позже французский ученый Эдм Мариотт пришел к такому же выводу независимо от Бойля. Это был знаменитый закон Бойля–Мариотта: $pV = \text{const}$, заложивший основы физической химии.

История поставила эти имена рядом, и вполне справедливо. Бойль был первооткрывателем, а Мариотт сформулировал закон, введя в него очень важное дополнение: зависимость $pV = \text{const}$ справедлива при постоянной температуре.

Впрочем, некоторые историки отмечают, что первооткрывателем закона был Таунли. Это вечный спор: кто первооткрыватель — тот, кто наблюдал явление, или тот, кто сумел понять, что наблюдается фундаментальная закономерность?

Газовый закон Бойля–Мариотта, сформулированный позже в более обобщенной форме, объединил два других имени: Клапейрона и Менделеева: для одного моля газа уравнение имеет вид: $pV = RT$ (R — газовая постоянная, T — абсолютная температура). Физик Бенуа Поль Эмиль Клапейрон получил уравнение опытным путем, а химик Дмитрий Иванович Менделеев вывел его, объединив законы Бойля–Мариотта, Гей-Люссака и Авогад-

Очерки химической филателии

А.Р. Жданов,
Р.И. Жданов

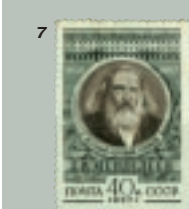
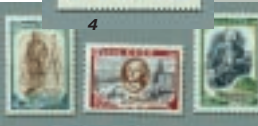
Профессор Р.И.Жданов, сотрудник НИИ биомедицинской химии РАН, за долгие годы собрал одну из самых крупных коллекций марок, посвященную ученым и научным открытиям. Предлагаем нашим читателям ее тысячную часть — ту, что касается российской химии и российских нобелевских лауреатов.

Ломоносов

Химическая тематика в филателии нашей страны начинается с гениального ученого и великого химика, М.В.Ломоносова (1711–1765). Марок с его изображением больше всего. В 1925 году была выпущена серия в честь 200-летия Академии наук в Санкт-Петербурге (рис. 1), две марки — в 1945 году к 220-летию Академии наук СССР (рис. 2). Портрет М.В. Ломоносова появится и на первой марке серии, посвященной 200-летию Московского государственного университета его имени (рис. 3), и на специальных сериях почтовых миниатюр, посвященных 250 и 275-летию великого русского химика (рис. 4). Изображения Ломоносова можно найти и на марках других стран — например, Румынии (рис. 5).

Менделеев

Великий русский химик Д.И. Менделеев (1834–1907) не получил при жизни должного признания. Его не избрали действительным членом Российской Императорской академии наук, и он не получил Нобелевскую премию по химии (проиграл всего один голос французскому химику Анри Муассану, выделившему фтор в чистом виде). Сейчас весь мир пользуется созданной им Периодической таблицей химических элементов, а его имя — символ русского гения. Почтовые марки с портретом Д.И. Менделеева наша страна выпускала неоднократно. В 1934 году в честь столетия со дня его рождения была выпущена серия из четырех почтовых марок (рис. 6), которая стала раритетом. Марка с изображением Дмитрия Ивановича и реторты появилась в серии почтовых марок с портретами великих русских ученых в 1951 году, почтовые миниатюры с портре-



ро. По-видимому, это тот самый случай, когда открытие не могло не состояться.

От нового элемента к фундаментальному закону

Открытие кислорода связано с именами трех крупнейших химиков — Карла Шееле, Джозефа Пристли и Антуана Лорана Лавуазье.

Шееле уже в 1772 году умел получать кислород различными путями: нагреванием селитры, взаимодействием диоксида марганца с серной кислотой, разложением оксидов серебра и золота. Книга Шееле «Химический трактат о воздухе и огне» была сдана в печать в 1775 году, но по вине издателя вышла в свет только в 1777-м. За эти два года Пристли и Лавуазье опубликовали свои работы о кислороде. Именно по этой причине приоритет в открытии кислорода долгое время приписывали Пристли.

Для Шееле кислород был лишь промежуточным этапом в длинной веренице сделанных им открытий. Он впервые получил хлор, марганец, аммиак, хлористый водород, арсин, сероводород, глицерин, акролеин, щавелевую, лимонную и винную кислоты, оксиды молибдена и вольфрама. По словам известного французского химика Жана Дюма, Шееле «не мог прикоснуться к какому-либо телу, чтобы не сделать открытия».

К открытию кислорода Пристли привело исследование жизни растений, которые не могут существовать без «живого воздуха» — некой составной части атмосферного воздуха. Пытаясь получить «живой воздух» искусственно, он проделал множество опытов, нагревая красный оксид ртути HgO , а потом сурик Pb_3O_4 . Может быть, самый важный этап в истории открытия кислорода — это встреча Пристли с Лавуазье, на которой Пристли рассказал о своих опытах.

Сам же Лавуазье вплотную подошел к открытию кислорода. Исследуя горение фосфора, серы и углерода он пришел к выводу, что одна пятая часть воздуха поддерживает горение, а четыре пятых — инертны. Получив в 1774 году кислород нагреванием оксида ртути, Лавуазье умолчал о своем открытии, оставив лишь записи в лабораторном журнале. Но именно благодаря ему открытие кислорода из факта, означавшего просто появление нового элемента, превратилось в крупнейшее событие в истории химии. Лавуазье разработал химическую теорию горения и окисления, разгромил теорию флогистона и сформулировал фундаментальный закон сохранения вещества.

Самое интересное, что задолго до Шееле, еще в XVI в., голландский инженер Корнелиус-Якобсон Дреббел, нагревая калиевую селитру, получал газ, которым можно дышать. Он намеревался использовать этот газ в изобретенной им подводной лодке, поэтому открытие держалось в секрете, оно не было известно ученым и не оказало никакого влияния на развитие науки.

Кого же в итоге считать первооткрывателем? По существующим правилам, приоритет принадлежит тому, кто первым опубликовал сведения о сделанном открытии. Никакие запоздалые клятвы других претендентов и свидетельства очевидцев в расчет не принимаются. Чтобы не повторилась ситуация, подобная той, что получилась с кислородом в связи с именами Шееле и Пристли, в примечаниях к каждой опубликованной работе указывают точную дату поступления рукописи в редакцию.

Победитель определяется на финише

История открытия брома напоминает спринтерский забег, где победил не самый сильный, с точки зрения современников, участник. В 1825 году студент Гейдельбергского университета Карл Лёвиг, действуя хлором на минеральную воду, получил красно-бурую пахучую жидкость. Руководитель Лёвига опытный химик Леопольд Гмелин посоветовал не торопиться с сообщением, а сделать побольше нового вещества, чтобы подробнее его исследовать.

Год спустя никому не известный двадцатичетырехлетний лаборант Антуан Жером Балар, обрабатывая хлором рассолы соленых болот Франции, получил то же самое вещество и, полагая, что открыл новый элемент, сразу же сообщил об этом в Парижскую академию наук. Открытие подтвердили Жозеф Гей-Люссак и Луи Жак Тенар. В том же 1826 году крупнейший немецкий химик Юстус Либих получил темно-бурую жидкость, но решил, что это соединение хлора с иодом. Спустя несколько месяцев Либих узнал об открытии Баларом брома и с грустью отметил, что тоже держал в руках бром, но не сумел это вовремя понять.

Открытие брома резко изменило судьбу Балара. Бездвестному лаборанту предложили должность заведующего кафедрой химии в Коллеж де Франс. Этим был ужасно раздосадован крупный французский химик Шарль Жерар, который прочил на эту должность своего друга, известного ученого Огюста Лорана. Узнав о принятом решении, Жерар в сердцах воскликнул: «Это не Балар открыл бром, а бром открыл Балара!»

Движущей силой при поиске нужного решения может быть не только стремление познать истину, но и чисто спортивный азарт. В своей книге «Двойная спираль» Джеймс Уотсон честно признается, что главным стимулом в его совместной работе с Фрэнсисом Криком было стремление опередить Лайнуса Полинга, который уверенно шел к расшифровке ДНК и у которого было явно больше шансов на успех: незадолго до этого он открыл полипептидную альфа-спираль в белках. Азарт соревнования не помешал Уотсону взять у Полинга самое главное — метод упрощенных молекулярных моделей, похожих на детский конструктор. В результате два молодых исследователя сумели обойти на финише маститого ученого.

Неукротимый элемент

Фтор — самый активный неметалл. Его выделение в чистом виде напоминало попытки алхимиков получить алкогест — вещество, которое может растворить всё, что угодно. Не случайно Анри Мари Ампер и Гэмфри Дэви предложили сменить название предполагаемого элемента «флюор» (от минерала флюорита) на «фтор» (разрушитель — греч.). Долгая история открытия фтора полна драматических и даже трагических событий.

Исследуя возможность выделения фтора, французские химики Гей-Люссак и Тенар при работе с плавиковой кислотой получили серьезные ожоги. Более всех приблизился к успеху Дэви. По совету Ампера он начал проводить электролиз плавиковой кислоты, но плавиковая кислота разрушала любые материалы. А после того как Дэви, надышавшись ее паров, сильно отравился, исследования пришлось приостановить.

Майкл Фарадей, ученик и последователь Дэви, пытался получить фтор электролизом расплавленных фторидов



ПОРТРЕТЫ

олова и кальция. Если фтор и возникал при этом в незначительных количествах, то мгновенно реагировал со стенками прибора, и обнаружить его не удалось.

Были попытки получить фтор и чисто химическими методами — термической диссоциацией фторидов ртути, серебра и других металлов. Во время этих опытов в 1836 году пострадали два члена Ирландской академии братья Георг и Томас Нокс. Томас скончался от отравления, а Георг стал инвалидом. При попытках получить фтор погиб от отравления Джером Никлес, а Георг Гор и Эдмон Фреми сильно пострадали.

Фтор удалось выделить лишь спустя 70 лет после первых опытов Дэви. Это сделал ученик Фреми, Анри Муассан. Он использовал весь накопленный к тому времени опыт и учел высокую реакционную способность фтора. Вся аппаратура была изготовлена из платины, а электроды — из иридиево-платинового сплава, опыты проводились при -23°C , метод получения — электрохимическое разложение безводной плавиковой кислоты (давний совет Ампера оказался правильным). В 1886 г. Муассан сообщил Парижской академии наук, что ему удалось получить фтор в чистом виде. Для проверки открытия в лабораторию Муассана прибыла авторитетная комиссия — Марселен Бертло, Анри Жюль Дебре и Эдмон Фреми, однако в решающий момент фтор проявил свой «характер» и не захотел выделяться. Вскоре Муассан понял, в чем дело: готовясь к приезду комиссии, он слишком тщательно очистил безводную фтористоводородную кислоту и она перестала проводить ток. Добавив немного фторида калия, он восстановил электропроводность и воспроизвел эксперимент. Открытие фтора современники сравнивали с покорением высочайшей вершины. Когда Муассан докладывал о своем открытии Парижской академии наук, один его глаз был закрыт черной повязкой — память о работе со фтором.

Периодическая система и ее «соавторы»

История создания Периодической системы — яркий пример поиска исследователями обобщающих закономерностей задолго до того, как накопилось исчерпывающее количество экспериментальных данных.

Первую попытку систематизации химических элементов предпринял Лавуазье в конце XVIII в.



том Д.И. Менделеева были выпущены к 50-летию со дня смерти (рис. 7) и к 100-летию открытия Периодического закона (рис. 8). Этот почтовый блок содержит автограф черновика Периодической системы от 17 февраля 1869 года. Марки, посвященные Д.И. Менделееву, выпускали и другие страны: Польша, КНДР (рис. 9).

Казанская школа химиков

Казанская школа химиков занимает особое место в истории химии в России. Из стен Казанского университета вышли такие корифеи органической химии (рис. 10), как Н.Н.Зинин, А.М.Бутлеров, К.К.Клаус, В.В.Марковников, А.М.Зайцев, А.Е.Арбузов, Ф.М.Флавицкий, Б.А.Арбузов и др. Во дворе университета находится двухэтажное здание старой химической лаборатории, построенное в 1837 году, в которой в свое время работали все великие химики казанской химической школы. В середине прошлого века химическая лаборатория Императорского Казанского университета была одной из лучших в Европе и занимала ведущее положение в России. Казанские химики стали основоположниками химических школ в других городах: Н.Н.Зинин и А.М.Бутлеров — в Санкт-Петербурге, В.В.Марковников — в Москве, С.Н.Реформатский — в Харькове, Е.Е.Вагнер — в Варшаве, А.Н.Реформатский — в Киеве. Кафедрой химии в Военно-медицинской академии заведовали Н.Н.Зинин и А.П.Бородин, 150-летию юбилею которой посвящена целая серия (рис. 11). Именно о Н.Н. Зинине президент Германского химического общества Гоффман сказал, что «если бы он не сделал ничего, кроме превращения нитробензола в анилин, то и тогда его имя было бы записано в историю химии золотыми буквами».



Российские нобелевские лауреаты

Известно, что свой капитал знаменитые предприниматели братья Альфред (1833–1896), Роберт и Людвиг Нобели заработали в России в конце XIX века: сначала на добыче и переработке нефти, а потом на производстве взрывчатых веществ. Кстати, соседом Альфреда Нобеля по даче под Санкт-Петербургом в то время был великий русский химик Н.Н.Зинин. После избрания его академиком он переехал из Казани в Санкт-Петербург и принял кафедру в Военно-медицинской академии. Альфред Нобель, по-видимому, «по-соседски» пользовался консультациями знаменитого эксперта по нитрованию органических соединений, что в немалой степени помогло изобретателю динамита. Более того, идею премии Альфред Нобель позаимствовал с известной в то время в России и Европе Демидовской премии (присуждалась с 1832 года, возобновлена с 1999-го). Альфреду Нобелю, как основателю Нобелевской премии, посвящено большое число марок, выпущенных почтовыми ведомствами многих стран (рис. 12), а его портрет чеканят на каждой золотой медали нобелевского лауреата.



Закон, открытый на кончике пера

Основываясь на отчетливо выраженных химических свойствах, он предложил разделить их на металлы и неметаллы. Более детальную систематизацию провел Иоганн Вольфганг Дёберейнер в 1817 году, объединив некоторые элементы по сходным химическим свойствам в триады: Li-Na-K, Ca-Sr-Ba и Cl-Br-I. Можно сказать, что начиная с этого момента появление некоей системы элементов стало делом вполне реальным. Поиски в этом направлении привели к тому, что двое ученых еще до Менделеева очень близко подошли к ее созданию.

Лотар Юлиус Мейер, немецкий физикохимик, занимающийся систематизацией химических элементов, расположил их по группам и рассмотрел соотношения атомных весов родственных элементов. Основным свойством он считал степень окисления, а не атомную массу и свою таблицу опубликовал в 1864 году.

В 1866 году американский химик Джон Александр Рейна Ньюлендс расположил все известные химические элементы в порядке возрастания их атомных масс и обнаружил периодичность их свойств. Ньюлендс, унаследовавший от матери-итальянки любовь к музыке, романтически назвал найденную закономерность «правилом октав» и доложил о ней на заседании Лондонского Королевского общества. Доклад не вызвал интереса, а профессор Г. Фостер из Глазго с явной иронией спросил автора, не пробовал ли он расположить элементы по алфавиту и не может ли возникнуть при этом новая закономерность?

В 1869 году, независимо от работ предшественников, Д. И. Менделеев создал свой вариант системы. В качестве основной характеристики он выбрал атомную массу, но не строго формально, а с учетом химических свойств. В результате ему удалось объединить в стройную систему все известные к тому времени элементы. А главное, открытый закон обладал предсказательной силой, что вскоре блестяще подтвердилось.

В сравнении с тем, что создал Менделеев, работа, которую проделали Мейер и Ньюлендс, была, по существу, формальной классификацией элементов — авторы не нашли объединяющего закона и ничего не смогли предсказать.

Большое признание, которое получила работа Менделеева, привело к тому, что Мейер в 1880 году опубликовал статью, где писал, что именно ему принадлежит приоритет в открытии закона. В итоге истинное авторство долгое время оставалось предметом спора. Ситуация осложнялась тем, что в 1884 году с претензиями на приоритет выступил Ньюлендс. В результате Лондонское Королевское общество, чувствуя вину за свое ироническое отношение к этой работе, в 1887 году присудило ему золотую медаль им. Дэви (спустя пять лет после того, как такую же медаль получил Менделеев).

Давно ушедшие в прошлое споры об авторстве Периодической системы все еще напоминают о себе: в отличие от наших лабораторий, в западных висят таблицы, где имя Менделеева отсутствует. Скорее всего, западные издатели таблиц копируют внешнее оформление, утвердившееся в давние годы. Тем не менее школьники тех стран, где изучают химию, все же узнают, кто истинный автор таблицы. Иногда на обратной стороне некоторых иностранных изданий таблицы встречается упоминание о том, что она представляет собой «... модернизацию Периодической таблицы Менделеева».

Итальянский ученый Амедео Авогадро сумел открыть фундаментальный закон с помощью рассуждений и простых расчетов, основываясь на известных к тому времени экспериментальных данных.

В 1805 году Гей-Люссак сформулировал следующий закон: газы (в процессе реакции) соединяются в простых объемных отношениях. Иначе говоря, реакция водорода с хлором происходит при соотношении их объемов 1:1, водород с азотом — 1:3 и т. д. Разумеется, как настоящий исследователь, он отмечал также, какой объем занимает полученный газ.

Объемы всех газов Гей-Люссак измерял в одинаковых условиях, поскольку хорошо знал, как зависит объем газа от давления (закон Бойля–Мариотта) и от температуры (открытый им самим первый газовый закон Гей-Люссака).

Забудем наше знание современной химии и будем следить только за изменением объемов:

из 1 л водорода и 1 л хлора образуется 2 л хлороводорода (HCl).;

из 1 л кислорода и 1 л азота получается 2 л оксида азота (NO).

Как видно, объемы просто суммируются. Далее закономерность нарушается:

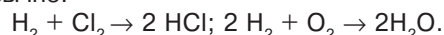
1 л азота и 3 литра водорода дают 2 литра аммиака (NH₃), то есть из четырех литров получили два;

из 2 л водорода и 1 л кислорода — 2 л водяного пара (H₂O), вновь не хватает одного литра.

В этих результатах Гей-Люссак не сумел почувствовать закономерность, зато она не ускользнула от Авогадро. Не будем забывать, что во времена Авогадро не существовало современных химических формул, кроме того, понятия «атом» и «молекула» не были четко сформулированы. Все это значительно затрудняло изложение его логических построений.

Первое смелое допущение, которое сделал Авогадро: исходные газы — водород, азот, кислород и хлор — не простые, а составные, иначе говоря, они состоят не из одного атома. Как только ученый предположил, что они двухатомны, картина сразу прояснилась. Фактически он сумел изобразить все реакции, только представил их не в виде формул, а в словесном изложении.

В современном написании все выглядит просто и привычно:



Авогадро сумел изобразить это таким образом, чтобы коэффициенты в уравнении реакции строго соответствовали объемам исходных и полученных газов. И так, все удалось привести в систему, стало быть, допущение о двухатомности исходных газов оказалось правильным, истина была открыта с помощью рассуждений.

Однако Авогадро на этом не остановился и перешел в своих рассуждениях к следующему, можно сказать, решающему этапу. Теперь, когда мы смотрим на уравнение реакции, все рассуждения Авогадро выглядят простыми и естественными.

Из 1 л водорода образуется 2 л хлороводорода. Об этом свидетельствуют опыты Гей-Люссака. В то же время, согласно уравнению, из одной частицы водорода возникает две частицы хлороводорода. Стало быть, в 2 л хлороводорода частиц вдвое больше, чем в 1 л водорода, а в 1 л хлороводорода частиц столько же, сколько в 1 л водорода.



ПОРТРЕТЫ



Российские и советские ученые и деятели получили Нобелевские премии 17 раз. И.П.Павлов (1904, рис. 13) и И.И.Мечников (1908, рис. 14) — по физиологии и медицине; Вильгельм Оствальд (1909) — по химии; Н.Н.Семенов (1956, рис. 15) — по химии; П.А.Черенков, И.М.Франк и И.Е.Тамм (1958, рис. 16) — по физике; Л.Д.Ландау (1962, рис. 17) — по физике; А.М.Прохоров и Н.Г.Басов (1964) — по физике; П.Л.Капица (1978) — по физике; Ж.С.Алферов (2000) — по физике; А.Д.Сахаров (1975, рис. 18) и М.С. Горбачев (1989) — премия мира; Л.В.Канторович (1975) — по экономике. Нобелевская премия по литературе присуждалась русским писателям и поэтам: И.А.Бунину (1933), Б.Л.Пастернаку (1958), М.А.Шолохову (1965), А.И.Солженицыну (1970) и И.Бродскому (1987).

Великие российские открытия XX века

Почтовое ведомство России к 2000 году выпустило блок, посвященный некоторым ярким научным открытиям, сделанным российскими и советскими учеными в уходящем столетии (рис. 16). Авторы 12 открытий — академики и нобелевские лауреаты, а также гении-одиночки. На первой из почтовых миниатюр — наблюдение проф. В.К. Аркадьевым в 1913 году явления ферромагнитного резонанса, на второй — портрет академика Н.И. Вавилова, открывшего в 1920 году закон гомологических рядов в наследственной изменчивости организмов. Третья почтовая миниатюра посвящена основателю знаменитой на весь мир Московской математической школы Н.Н.Лузину. Его ученики — великие представители школы «Лузитании»: академики А.М.Колмогоров, П.С.Александров, М.А.Лаврентьев, И.М.Гельфанд. На почтовых миниатюрах также три великих советских физика, лауреата Нобелевской премии: И.Е.Тамм — автор идеи фононов (1929); П.Л.Капица — первооткрыватель сверхтекучести жидкого гелия (1938); Н.Н.Семенов — цепные химические реакции (1934). Следующий ряд: академик В.И.Векслер, профессора Ю.В.Кнорозов и А.В.Иванов. Академик В.И.Векслер разработал принципы автофазировки заряженных частиц, которые впоследствии нашли успешное применение при строительстве огромных ускорителей (Дубна, Обнинск). Профессор Ю.В.Кнорозов — специалист в области психологии, автор революционной теории психологии малых групп. Профессор А.В.Иванов — автор крупного открытия нового класса живых организмов — погонофор (1955–1957), которые живут в Мировом океане на большой глубине и могут обходиться без кислорода, однако нуждаются в сере.

Последний ряд марок посвящен коллективным открытиям советских ученых: фотографирование обратной стороны Луны космическим аппаратом «Луна-3» (4 октября 1959 года); открытие основных принципов квантовой электроники учеными Физического института АН СССР под руководством лауреатов Нобелевской премии академиков А.М.Прохорова и Н.Г.Басова (начало 1960-х); выход в свет этнолингвистического словаря Н.И.Толстого «Славянские древности» (1995), открывшего новую эру в славяноведении.

Выбор тем для этой серии можно обсуждать, но сомневаться в величии их авторов не приходится. Конечно же российские химики в XX веке сделали гораздо больше открытий, и подобных почтовых блоков можно было выпустить гораздо больше.

Окончательный вывод: в объеме 1 л помещается одинаковое количество частиц и водорода и хлороводорода. Проведенное рассуждение полностью справедливо в отношении всех газовых реакций. Теперь мы можем сформулировать и сам закон: равные объемы газов (при одинаковых температуре и давлении) содержат одинаковое количество частиц, то есть молекул.

Если для выведения закона все же требуется некоторое усилие мысли, то окончательная формулировка, предложенная Авогадро в 1811 году, предельно проста и понятна. Созданный закон открыл широкую дорогу для экспериментальной химии, поскольку позволял из сопоставления плотностей вычислять молекулярные массы различных газов.

Судьба закона при жизни Авогадро была печальной, его попросту не поняли либо, скорее всего, не заметили. Лишь спустя почти полвека после открытия закон стали применять для расчетов, к чему приложил немало усилий известный итальянский химик Станислао Канниццаро. В 1911 году в Турине состоялся международный химический съезд, посвященный столетию открытия закона Авогадро, были изданы его труды и открыт памятник.

Правильность закона Авогадро подтвердил позже Джеймс Максвелл расчетами на основе кинетической теории газов, затем были получены и экспериментальные подтверждения (например, основанные на исследовании броуновского движения), было также определено количество частиц в моле любого газа. Эту константу — $6,02 \cdot 10^{23}$ назвали числом Авогадро, увековечив имя проницательного исследователя.

Продолжение следует



18

16

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

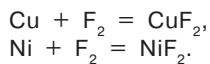
ЗАДАЧА 1

Когда возникла необходимость использования в химической промышленности газообразного фтора, самой сложной была проблема материалов для изготовления баллонов, вентилях, трубопроводов и другой аппаратуры. Ведь известно, что фтор — очень реакционноспособное вещество, бурно реагирует, например, с водой, металлами и образует соединения даже с благородными газами. Простое решение этой химико-технологической проблемы конструкторы нашли, как говорят, в кружке с чаем (по другой версии — в кастрюле с супом).

1. Какое решение подсказала конструкторам кухонная посуда?
2. Какие химические и физические свойства должны быть у материалов, соприкасающихся с фтором?
3. При попадании воды в аппаратуру, контактирующую с фтором, может начаться очень быстрая коррозия. Почему?

Решение

1. Часть кухонной посуды изготавливают из алюминия. Известно, что это активный металл, легко реагирующий с кислородом воздуха и водой. Однако поверхность алюминия покрыта тончайшим слоем оксидной (Al_2O_3) пленки, которая надежно защищает металл от дальнейшей реакции. Таким образом, продукт реакции алюминия с кислородом не позволяет этой же реакции идти дальше. Именно на таком принципе были выбраны конструкционные материалы для работы с фтором. Сосуды и трубопроводы для фтора изготавливают из меди, никеля и монель-металла (30–35% меди, 70–75% никеля). В атмосфере фтора медь и никель покрываются тонкой плотной пленкой соответствующих фторидов, которая препятствует дальнейшей реакции:



2. Поверхность соприкасающихся с фтором материалов не должна с ним реагировать в широком диапазоне температур и давлений. Кроме того, пленка фторидов должна сохранять свои защитные свойства при изгибании трубопроводов. Сами материалы должны легко обрабатываться и свариваться.

3. Фториды меди и никеля растворимы в воде (в 100 г воды при комнатной температуре растворяется 3,5 г CuF_2 и 4 г NiF_2). Кроме того, фторид меди образует кристаллогидрат $CuF_2 \cdot 2H_2O$. Растворение фторидов и образование кристаллогидрата разрушает защитную пленку фторидов, и взаимодействие металлов с фтором ускоряется.



ЗАДАЧА 2

Промышленный шпион фирмы X выкрал на фирме Y секретный газ Z, используемый в современной промышленности. Этот газ он доставил в лабораторию фирмы X. Газ, принесенный в детском цветном полиэтиленовом шарике (масса оболочки 14,0 г), занимает объем 5,0 л при н.у. Для анализа шарик с газом поместили в сосуд объемом 60,0 л, заполненный кислородом при н.у. На случай сильной вспышки дно сосуда с шариком было покрыто слоем мокрого песка. При вскрытии шарика произошла вспышка. После охлаждения сосуда до 0°C давление в нем оказалось равным 0,4383 атм. В сосуде вскрыли заранее внесенную колбу с гидроксидом натрия, через два часа давление уменьшилось до 0,0650 атм и больше не

ШКОЛЬНЫЙ клуб

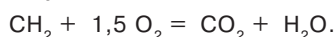
Художник Е. Станикова



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

2. В колбе осталось $60 \cdot 0,0650$ атм/1 атм = 3,9 л (в пересчете на н.у.) кислорода. Оболочка шарика состояла из полиэтилена $(C_2H_4)_n$. 14 г соответствуют одному молю фрагмента CH_2 или половине моля мономера C_2H_4 .

Реакцию горения полиэтилена можно условно записать так:

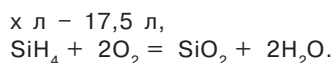


На 14 г полиэтилена ушло 1,5 моль ($22,4 \cdot 1,5 = 33,6$ л) кислорода. При горении образовалось 18 г воды и 44 г углекислого газа. Весь углекислый газ поглотился гидроксидом натрия. Увеличение массы колбы с NaOH не на 44 г, а на 45 г можно объяснить тем, что гидроксид натрия хорошо поглощает и пары воды, расплываясь на влажном воздухе.

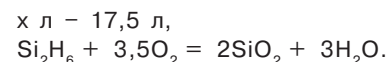
После вспышки объем газов в колбе в пересчете на н.у. составил $60 \cdot 0,4383/1 = 26,3$ л. Если посчитать, что у нас должно быть 3,9 л кислорода и 22,4 л образовавшегося углекислого газа, то получится как раз 26,3 л. Отсюда следует, что в шарике объемом 5 л вообще не было газа!

С другой стороны, на сгорание полиэтилена ушло только 33,6 л кислорода, и его должно остаться $55 - 33,6 = 21,4$ л, а не 3,9 л (в сосуде при н.у. было 55 л кислорода, так как 5 л занимал шарик). Следовательно, газ в шарике все-таки был — он сгорел, израсходовав $21,4 - 3,9 = 17,5$ л кислорода.

Но куда же могли деться продукты сгорания? Согласно п.1, они могли иметь тот же состав, что и мокрый песок на дне сосуда. Такие продукты сгорания может давать газ силан:



Согласно этому уравнению горения, 17,5 л кислорода потрачены на сжигание $x = 17,5/2 = 8,75$ л силана, но не 5 л. Предположим тогда, что в колбе был аналог этана дисилан:



Согласно этому уравнению, 17,5 л кислорода потрачены на сжигание $x = 17,5/3,5 = 5$ л дисилана.

Дисилан (газ с температурой кипения $-15^\circ C$) самовоспламеняется на воздухе. Он и был в шарике. Продукты его сгорания — диоксид кремния и вода — смешались с мокрым песком и потому не были обнаружены.

3. Этот газ может применяться в электронной промышленности для получения сверхчистого кремния — основы микросхем и процессоров, а также в производстве кремнийорганических полимеров.

Ответ: 2. Si_2H_6

ЗАДАЧА 3

Для получения железа первобытные люди использовали болотную руду. Она представляет собой коричневые окатыши, которые с некоторым трудом поддаются измельчению. Как правило, болотная руда выходит относительно тонкими (несколько сантиметров) жилами по обрывистым берегам рек и оврагов. Эти жилы возникают только в тех районах, где рядом с местом выхода находятся болота, подстилаемые красными глинами. При этом в самих болотах болотной руды, как правило, нет.

1. Из какого вещества в основном состоит болотная руда?
2. Как образуется болотная руда? Почему для ее образования обязательно необходимы болота, глины и выход глубинных болотных вод на поверхность? Напишите уравнения реакций.
3. Как первобытные люди, не знавшие доменных печей, могли добывать железо из болотной руды? Напишите уравнения реакций.
4. Какое дополнительное сырье им требовалось для получения железа и как они могли его добывать?

менялось. Газ, оставшийся в сосуде после всех описанных операций, оказался кислородом. Никаких новых соединений на стенках и дне сосуда не обнаружено. Масса колбы с гидроксидом натрия увеличилась на 45,0 г. При расчетах объемом колбы с гидроксидом натрия можно пренебречь.

1. Почему в сосуде не обнаружено новых соединений?
2. Определите формулу газа Z.
3. В какой отрасли промышленности может использоваться этот газ?

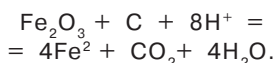
Решение

1. В сосуде не обнаружено новых соединений, потому что продукты реакции либо поглотились полностью гидроксидом натрия, либо имеют тот же состав, что и мокрый песок, либо имеет место и то, и другое.

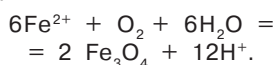
Решение

1. Болотная руда — Fe_3O_4 .
2. Болотная руда образуется в три этапа.

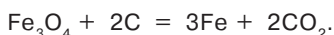
а) Восстановление железа, содержащегося в красных глинах, органическим веществом болот с переводом железа в растворимую форму (как правило, в соли органических кислот или гидрокарбонаты):



- б) Миграция растворенных солей железа к поверхности.
в) Окисление железа (II) на поверхности кислородом воздуха с одновременным гидролизом образовавшихся солей:



3. Первобытные люди восстанавливали болотную руду древесным углем:



4. Древесный уголь получали, сжигая деревья в условиях недостатка кислорода в специальных угольных ямах (условная реакция):
 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$,
 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + \text{Q} = 6\text{C} + 5\text{H}_2\text{O}$.

ЗАДАЧА 4

В лаборатории имеются высшие оксиды элементов № 34 и № 52.

1. Какой из оксидов является более сильным окислителем и почему?
2. Какие вещества могут получиться при реакции этих оксидов с водой?
3. Какой из продуктов реакции высших оксидов с водой является более сильной кислотой и почему?

Решение

1. SeO_3 — более сильный окислитель, чем Te_2O_3 , так как более крупный атом теллура слабее удерживает электроны. Известно, что концентрированная селеновая кисло-

та — более сильный окислитель, чем концентрированная серная кислота, поскольку реагирует с соляной кислотой с выделением хлора. Триоксид теллура — гораздо более слабый окислитель, поскольку в отличие от триоксидов серы и селена при прокаливании отщепляет кислород.

2. Формально H_2SeO_4 и H_2TeO_4 , реально H_2SeO_4 и H_6TeO_6 (или $\text{Te}(\text{OH})_6$).

3. H_2SeO_4 — более сильная кислота, так как электронная плотность на кислороде группы OH меньше в H_2SeO_4 , чем в H_6TeO_6 , в силу меньшей разности электроотрицательностей Se—O по сравнению с Te—O. Кроме того, чем больше основность кислоты, тем она слабее. Так, селеновая кислота в растворах диссоциирует подобно серной, а теллуровая — настолько слабая, что не титруется щелочью и не имеет кислого вкуса.

Ответ: 1. SeO_3 .

2. H_2SeO_4 и H_6TeO_6 .

3. H_2SeO_4 .

ЗАДАЧА 5

Известно, что консервные банки из луженой жести (стали, покрытой тонким слоем олова) могут лежать на месте пикников и походных стоянок десятилетиями. Однако те же банки, прокаленные в костре после их использования, превращаются в порошок ржавчины в течение одного-двух лет.

1. Почему луженая жесть не ржавеет? (Олово находится в ряду напряжений металлов ближе к водороду, чем железо.)
2. Почему прокаленные банки быстро ржавеют?
3. Что нужно делать с алюминиевой и пластмассовой тарой в походе после ее использования?

Решение

1. Вся сталь закрыта более инертным оловом, поэтому неповрежденная луженая жесть не ржавеет.

2. Олово на поверхности жести при температуре выше температуры плавления олова (232°C) стягивается в более толстые мелкие капли, освобождая поверхность жести; возникает гальваническая пара железо-олово, в которой коррозия железа ускоряется из-за переноса электронов с железа на олово.

3. Все горючие отходы надо сжигать, если при этом отсутствует

едкий запах — признак хлоросодержащих пластмасс. Поливинилхлорид может давать при горении ядовитые диоксины, поэтому его лучше закапывать. Алюминиевые банки можно плавить на костре; они при этом частично сгорают.

ЗАДАЧА 6

Один объем порошкообразного титана (плотность $4,5 \text{ г/см}^3$) может при комнатной температуре (20°C) поглотить до 1800 объемов водорода.

1. Чему равна массовая доля водорода в его насыщенном растворе в титане при комнатной температуре?
2. Где больше водорода: в одном литре насыщенного раствора водорода в титане (н.у.) или в одном литре жидкого водорода (плотность $0,071 \text{ г/см}^3$)?

Решение

1. Один литр титана массой 4500 г может поглотить 1800 л водорода массой $1800 \cdot 101,3 \cdot 2 / (8,31 \cdot 293) = 150 \text{ г}$ (расчет проведен по уравнению Клапейрона–Менделеева). Массовая доля водорода в насыщенном растворе в титане составляет $\omega(\text{H}_2) = 150 / (4500 + 150) = 0,0322$ или 3,22%.

2. Если считать, что объем титана при растворении в нем водорода не изменяется, а растворимость водорода в титане при н.у. такая же, как и при комнатной температуре, то в 1 л раствора содержится $(1800 / 22,4) = 161 \text{ г H}_2$. В одном литре жидкого водорода содержится $1000 \cdot 0,071 = 71 \text{ г H}_2$. Таким образом, насыщенный раствор водорода в титане содержит в два с лишним раза больше водорода, чем равный объем жидкого водорода.

Ответ: 1. 3,22%.

2. В насыщенном растворе.

ЗАДАЧА 7

Коричневые спичечные головки имеют примерно следующий состав:

KClO_3	51%	Fe_3O_4	6%
молотое стекло	15%	S	5%
клей	11%	MnO_2	4%
ZnO	7%	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	1%

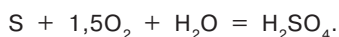
Известно, что при длительном хранении смеси хлората калия с серой способны к самовоспламенению. Поэтому в Англии с конца XIX века было запрещено изготовление смесей, содержащих хлорат

калия и серу, без специальных стабилизирующих добавок.

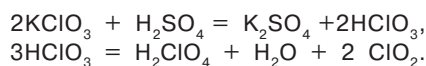
1. В результате каких химических процессов возможно самовоспламенение смесей хлората калия с серой при длительном хранении?
2. Какие вещества, входящие в состав спичечных головок, препятствуют самовоспламенению? Благодаря каким реакциям устраняется опасность самовоспламенения?

Решение

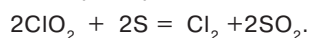
1. В смесях сера находится в виде тонкоизмельченного порошка с развитой поверхностью. При хранении порошка серы на воздухе в присутствии следов переходных металлов и паров воды идет медленное окисление и образование серной кислоты:



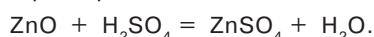
В присутствии кислоты образуются неустойчивый оксид хлора:



ClO_2 воспламеняется при контакте с любыми горючими веществами, например с той же серой:



2. Самовоспламенению смесей препятствуют оксиды металлов, например:



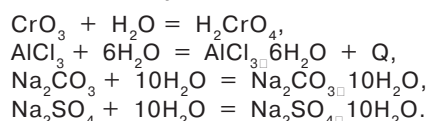
ЗАДАЧА 8

Во время весеннего таяния снега паводковые воды затопили склад тканекрасильного завода, расположенного на берегу большой реки (притока Волги). На складе хранились в неплотно закрытых железных бочках хромовый ангидрид (оксид хрома (VI)), безводный хлорид алюминия, сода (безводный карбонат натрия), безводный сульфат натрия.

1. Какие химические процессы могли происходить в результате затопления склада? Напишите уравнения возможных реакций.
2. Как могли влиять химические процессы на состояние самого склада и состав воды в реке?
3. Оцените возможную экологическую опасность этой аварии, считая, что все реактивы попали в реку в равных мольных количествах.

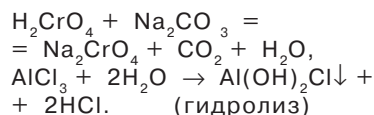
Решение

1. Все перечисленные вещества взаимодействуют с водой:



2. Все бочки могли быть разорваны вследствие бурного поглощения воды и их содержимое попасть в реку.

3. Возможные реакции в реке:



В результате по реке может распространиться один опасный загрязнитель — хромат (ПДК в воде 0,1 мг/л).

ЗАДАЧА 9

Юный химик решил проверить, содержит ли водопроводная вода ионы опасных для здоровья тяжелых металлов (ртути, свинца, кадмия, меди и др.). Он соскреб со стенок чайника желтоватую накипь, высушил ее и взвесил. Затем 2,4 г накипи поместил в предварительно взвешенный стакан с 50 г 20%-ной соляной кислоты. Стакан с кислотой весит 82 г. Вся накипь растворилась, при этом происходило бурное выделение газа. Масса стакана с раствором после окончания реакции стала равной 83,3 г.

1. Как образовалась накипь в чайнике из совершенно прозрачной водопроводной воды?
2. Какой состав могла иметь накипь в чайнике? Рассмотрите наиболее вероятные для питьевой воды варианты.
3. Можно ли на основании проведенного анализа утверждать, что вода не содержит значительных количеств тяжелых металлов?

Свои ответы подтвердите уравнениями реакций и расчетами.

Решение

1. Накипь образовалась при разложении гидрокарбонатов, например:
 $Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O.$
2. $82 + 2,4 = 84,4$ г

Вычислим массу выделившегося газа: $84,4 - 83,3 = 1,1$ г, то есть 2,4 г накипи дают 1,1 г газа. Наиболее вероятный газ — углекислый. Тогда x г карбоната дают 44 г CO_2 . Получаем молярную массу карбоната 96 г/моль. Индивидуальный карбонат с такой молярной массой не существует. Но поскольку речь не идет об индивидуальном веществе, возможно наличие в накипи карбонатов с молярными массами меньше и больше 96 г/моль. Наиболее вероятны в накипи карбонаты кальция (100) и магния (84). Принимаем мольную долю $CaCO_3$ за y . Тогда можно составить уравнение:

$$100y + 84(1 - y) = 96.$$

Решив уравнение, получим:

$$y = 0,75.$$

Накипь могла состоять в основном из карбонатов кальция и магния в мольном соотношении 3:1. Желтоватый цвет связан с примесью железа.

3. Если один из компонентов накипи — карбонат магния ($M < 96$), то в ней может содержаться, например, значительное количество карбонатов свинца (реально — гидроксокарбоната $Pb(OH)_2 \cdot 2PbCO_3$). Расчет, аналогичный приведенному в п.2, показывает, что в накипи может быть до 4% основного карбоната свинца. Так что анализ нельзя считать надежным.





Ф.И.Рерберг.
Панно на фасаде гостиницы
«Националь». Изготовлено
на заводе «Абрамцево»

Керамика Абрамцева в техническом университете

«Исследование и атрибуция предметов коллекции МГУИЭ представляет несомненный интерес как с точки зрения их экспонирования в Музее МГУИЭ, так и с точки зрения изучения абрамцевской керамики – одного из самых интересных феноменов изобразительного искусства русского модерна, давно привлекающего к себе внимание историков искусства всего мира».

М.В.Нащокина,
доктор искусствоведения,
ведущий научный сотрудник
НИИ теории архитектуры
и градостроительства,
советник Российской академии
архитектуры и строительных наук

М.А.Врубель. «Морская царевна».
Музей-усадьба «Абрамцево»
(до 1956 года находилась
в коллекции МИХМа).
Фото М.В.Нащокиной



Профессор

В.А.Любартович,

декан факультета вечернего образования
Московского государственного университета
инженерной экологии (МГУИЭ)

Савва Иванович Мамонтов (1841–1918) прославился как удачливый предприниматель и еще больше — как тонко понимающий искусство меценат. Вот что писал о нем скульптор Антокольский: «Он один из самых прелестных людей с артистической натурой... Он — прост, добр, с чистою головою; очень любит музыку и очень недурно сам поет. Приехавши в Рим, он вдруг начал лепить — успех оказался необыкновенный!»

В 1889 году в усадьбе Абрамцево Мамонтов основал художественную мастерскую по производству майолики — изделий из цветной обожженной глины, покрытых непрозрачной глазурью. А в 1896 году открыл гончарный завод «Абрамцево» в Москве, за Бутырской заставой, на 2-й улице Ямского поля. В мастерской, а затем и на заводе трудились замечательные русские художники и скульпторы М.А.Врубель, К.А.Коровин, В.А.Серов, В.М.Васнецов, В.Д.Поленов, А.Т.Матвеев и другие.

Здание Московского политехникума имени В.И.Ленина в конце 1920-х гг.



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

В начале XIX века этот дом был центральной частью городской усадьбы знаменитого вельможи, государственного деятеля и дипломата князя Александра Борисовича Куракина (1752–1818). В 1836 году наследники князя продали дворец вместе с обширным участком земли государству. Здесь один за другим размещались Константиновский межевой институт, Московский архив министерства юстиции, Александровское коммерческое училище. В 1903 году рядом построили трехэтажное здание фасадом на Бабушкин переулок для Торговой школы имени императора Александра III.

После революции организации, занимавшие оба здания, часто реорганизовывали, переименовывали, соединяли, перепрофилировали и переподчиняли.

В 1929 году здесь организовали Политехникум им. В.И.Ленина, а кроме него в зданиях бывшей куракинской усадьбы разместили вечерний химический институт и ряд техникумов системы Всехимпрома ВСНХ: вечерний, пушной, рабочий химический, а также курсы торговых работников.

В том же 1929 году главный корпус надстроили и он стал пятиэтажным. В 1932 году большую часть помещений реконструированного здания и несколько корпусов вспомогательных служб передали созданному в 1931 году новому высшему учебному заведению — Московскому институту химического машиностроения (МИХМ).

В конце 20-х годов на индустриальном отделении техникума стали учить специалистов по силикатам. Выпускник Политехникума 1939 года Павел Васильевич Ермолаев вспоминал, что на силикатном отделении готовили технологов по глазуровке керамической плитки, производству силикатного кирпича и технической керамики (изготовлению черепицы, обливного облицовочного кирпича, керамических подвесок-изоляторов для опор высоковольтных передач, сантехнических устройств). Художественной керамикой в техникуме не занимались. Студенты после окончания тех-



Московский институт химического машиностроения. Фото 1930-х гг.



Предприятие выпускало художественные штучные предметы: печные изразцы, вазы, интерьерные скульптуры, настенные тарелки и панно. Лишь самые удачные произведения тиражировали малыми сериями. Особенно интересны и характерны для абрамцевской мастерской особые покрытия изделий с так называемыми «люстрами», то есть цветными рефлексами (бликами) металлизированной глазури.

Изделия гончарного завода «Абрамцево» сейчас хранятся в крупнейших национальных собраниях России: Государственной Третьяковской галерее, Государственном Русском музее, музее керамики «Кусково» и других. Но это не все. Большая коллекция абрамцевской майолики находится в Московском государственном университе-

те инженерной экологии (МГУИЭ). Недавно специалисты признали ее уникальным собранием раритетов русской художественной культуры. Каким же образом в техническом университете оказалась коллекция, которая могла бы стать украшением любого музейного собрания?

Вот уже двести лет в Москве, на Вуглу улиц Старой Басманной и Александра Лукьянова (до 1964 года она носила название Бабушкин переулок), стоит дом, который за свою долгую историю постепенно превратился из небольшого двухэтажного особняка классического стиля в монументальное пятиэтажное здание. В его создании и перестройках принимали участие выдающиеся московские зодчие: Р.Р.Казиков, Е.Д.Тюрин, Б.В.Фрейденберг.



Иван Иванович Мазуркевич.
Фото 1920-х гг.



Михаил Иванович Погодин.
Фото 1950-х гг.



Н.Н.Сапунов.
Печной изразец

никума могли продолжить свое образование на кафедре силикатных производств МИХМа, которой руководил профессор В.Э.Бромлей.

Студентам силикатного отделения техникума была нужна учебно-лабораторная база. Ею стал Опытно-керамический завод, прежде — мамонтовский завод «Абрамцево». Его передали техникуму в конце 1920-х годов. В 1930-

1931 гг. завод назывался Художественно-керамическими мастерскими Политехникума имени Ленина, а иногда — Учебными художественно-керамическими мастерскими «Абрамцево» и заводом-лабораторией «Абрамцево». Он находился на старом месте, но 2-ю улицу Ямского поля к этому времени переименовали в улицу Правды.

В конце 20-х годов парторганизация и дирекция Политехникума направили помощника директора И.И.Мазуркевича в учебно-производственные мастерские «Абрамцево» «для ликвидации прорыва и налаживания учебной практики учащихся». Вскоре «прорыв» был ликвидирован, и Мазуркевича назначили по совместительству управляющим мастерскими. В эти годы по эскизу Ф.И.Рерберга в мастерских «Абрамцево» изготовили монументальное панно, посвященное индустриализации страны. Оно украсило здание гостиницы «Националь». Как вспоминал со слов отца профессор МГИУЭ В.И.Мазуркевич, «именно в этот период в Политехникуме (а позднее и в МИХМе) появились художественные изделия из керамики. Эти изделия были размещены во многих учебно-административных подразделениях. Особенно много их было в библиотеке».

Скорее всего, предметы художественной керамики завода «Абрамцево» появились в МИХМе в первой по-

ловине 1930-х годов. Предприятие перепрофилировали на производство технической керамики, а многочисленные формы, образцы и изделия, оставшиеся на заводе еще с мамонтовских времен, оказались ненужными и, вероятно, были выброшены.

Ветераны института единодушно считают, что за сохранение произведений художественной майолики в МИХМе нужно благодарить заведующего библиотекой вуза Михаила Ивановича Погодина — известного организатора народного образования и музейного дела, замечательного деятеля русской культуры, этнографа и краеведа.

Внук знаменитого русского историка, филолога, археолога и писателя, академика М.П.Погодина (1800–1875), Михаил Иванович родился 13 октября 1884 года в Москве, в дворянской семье. Он окончил юридический факультет Московского университета, а затем учился еще три года на его медицинском факультете. В 1911 году Погодин переехал в родовое имение матери в селе Гнездилово Ельнинского уезда Смоленской губернии. Здесь Михаил Погодин активно участвовал в работе земских образовательных учреждений, учительствовал, а затем заведовал народным образованием в Ельнинской земской управе.

Советский поэт М.В.Исаковский,



**Абрамцевская керамика
в помещении
фондохранилища
библиотеки МИХМа.
На подоконнике, справа:
бюст Вольтера —
копия скульптуры Гудона;
слева: «Морская царица»
М.А.Врубеля.
Фото 1930-х гг.**



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

**А.Т.Матвеев.
Женская фигура.
Собрание МГУИЭ.
Фото и атрибуция
М.В.Нащокиной**



**А.Я.Головин.
Декоративное
блюдо**



**Н.П.Сорохтин (?).
Подсвечник «Олень».
Собрание МГУИЭ.
Фото и атрибуция
М.В.Нащокиной**



уроженец Смоленской земли, которому М.И.Погодин помог получить образование и избавиться в детские годы от тяжелой болезни глаз, вспоминал: «Я помню Михаила Ивановича Погодина с детских лет, когда учился в сельской школе. Здесь тогда молодого Погодина знал весь Ельнинский уезд, вся Смоленская губерния — знали большие и малые, знали крестья-

не и крестьянки, знали учителя, врачи и агрономы. Вероятно, многие сотни и тысячи людей лично побывали у него: к нему шли с жалобами, просьбами или просто за советом. И никто не уходил от него безрезультатно. Несколько лет подряд Михаил Иванович работал в Ельнинской земской управе, руководя народным образованием. И если в деревнях ежегодно появлялись десятки новых школ, то все это по инициативе Погодина, все это его заботами и старанием.

Но Погодин не только строил школы, не только давал крестьянским детям учиться грамоте — он отыскивал среди них наиболее способных и талантливых и выводил их в люди. Тут я мог бы назвать многих учителей, инженеров, профессоров, которые

нашли в жизни свое место только потому, что на помощь им пришел Погодин. Но назову хотя бы одного себя. Я не могу представить, кем бы я был, если бы не Михаил Иванович.

В 1918 году Погодин стал заведующим секцией по охране памятников старины в Ельнинском уездном музее. Он организовывал этнографические экспедиции по Смоленской губернии, собирал предметы старины, культуры и быта. В 1926 году по его инициативе был создан музей в усадьбе дворян Барышниковых в селе Алексине Дорогобужского уезда, построенной на рубеже XVIII–XIX вв. при участии знаменитых зодчих М.Ф.Казакова и Д.Жилярди. Как крупный знаток русской старины и краевед, Погодин был приглашен на работу в качестве сотрудника областного историко-ху-

**Что еще можно почитать
о С.И.Мамонтове**

и художниках его круга:

Е.Р.Арензон Савва Мамонтов.

М.: Русская книга, 1998.

О.И.Арзуманова и др. Музей-усадьба
Абрамцево (путеводитель). М., 1999



**Профессор
В.А.Любартович**



**Современное здание
университета**

дожественного музея, участвовал во Всесоюзной конференции по краеведению.

В середине 1930-х годов М.И.Погодин переехал в Москву и в 1936 году стал заведующим библиотекой МИХМа. Фактически он организовал ее. Это была одна из крупнейших библиотек технических университетов страны. В ней до сих пор хранятся не только сотни тысяч томов научно-технической и учебной литературы, но и множество книг по гуманитарным отраслям знания. Украшение библиотеки МГУИЭ — приобретенные еще при М.И.Погодине редкие дореволюционные издания классиков русской и мировой литературы, сочинения по отечественной истории, книги по искусству, технические энциклопедии на иностранных языках.

Погодин мечтал о воссоздании Древлехранилища своего деда в «Погодинской избе» в Москве на улице, носящей теперь его фамилию. Он любовно собирал для будущего музея предметы старины и художественной культуры, документы и вещественные памятники. Среди его семейных реликвий были тарелки, на которых подавали обед Н.В.Гоголю, гостившему у М.П.Погодина.

Круг общения Михаила Ивановича был удивительно разнообразен. Среди его многочисленных знакомых были известные деятели искусств, артисты, художники, архивисты, краеведы — члены комиссии «Старая Москва». Он дружил с искусствоведами и музейными работниками, был знаком со многими церковными деятелями.

М.И.Погодин заведовал библиотекой МИХМа до выхода на пенсию в 1958 году. Он скончался 18 августа 1969 года в возрасте 85 лет и был похоронен на Новодевичьем кладбище, там же, где покоятся останки его деда М.П.Погодина. Очень много людей пришли поклониться его праху, среди них было немало уроженцев Смоленщины. На гражданской панихиде прозвучали знаменательные слова поэта Михаила Исаковского: «У Михаила Ивановича Погодина не было никаких высоких чинов и

званий. Но всей своей жизнью, всеми своими делами он, несомненно, заслужил то, что люди будут долго-долго помнить о нем и не раз повторять его имя с уважением и любовью».

Еще в 1960-х годах студентов МИХМа поражило обилие необычайно красивых, отливающих ярким металлическим блеском керамических изделий, украшавших стеллажи, книжные шкафы, каталожные ящики институтской библиотеки и читальных залов. И в последующие годы разнообразные вазы, скульптуры, изразцы и панно из майолики стояли и в учебных лабораториях, на кафедрах, в административных помещениях и даже в редакции многотиражной газеты.

В 1956 году пять произведений из числа хранившихся в МИХМе передали в музей «Абрамцево» на выставку майоликовых работ М.А.Врубеля, приуроченную к столетию со дня рождения художника. Это были известные произведения М.А.Врубеля из его серии майоликовых изделий на сюжеты опер «Снегурочка» и «Садко» Н.А.Римского-Корсакова (ныне они представлены в основной экспозиции музея-усадьбы «Абрамцево»).

В последующие годы многие предметы из коллекции МИХМа пропали. Что-то было утеряно в 1968 году при перемещении фондов библиотеки в новый учебно-лабораторный корпус,

многое погибло при пожаре учебно-административного корпуса (бывшего дворца Куракина) в 1990 году. Огонь уничтожил часть здания, и его пришлось реконструировать. Некоторые из утраченных вещей можно увидеть на фотографиях 1930-х годов, другие еще хорошо помнят сотрудники вуза.

Сейчас коллекция университета насчитывает 15 произведений керамики. Это скульптурная пластика, элементы декора фасадов зданий и печные изразцы, посуда (вазы, кувшины, блюда). Знаток художественной керамики модерна, доктор искусствоведения Мария Владимировна Нащокина провела научную атрибуцию предметов коллекции. Она считает, что с большой долей вероятности произведения майолики из собрания МГУИЭ можно считать работами В.А.Серова, А.Т.Матвеева, К.А.Коровина и других известных русских художников. По заказу университета в 2000 году издательство «Жираф» выпустило художественный каталог керамики Абрамцева из собрания МГУИЭ (авторы О.И.Арзуманова, В.А.Любартович, М.В.Нащокина). Несколько музеев страны уже прислали предложения о временном экспонировании в своих залах уникальной коллекции вуза.





Переписка
М.В. Ломоносова
с казенными
инстанциями

Об организации мозаичного дела

Как известно, нелегко ученому в нашей стране внедрить свою разработку в практику. Все время события развиваются в соответствии с первым законом велосипедиста: «Куда бы вы ни ехали, это будет в гору и против ветра». Оказывается, подобные проблемы преследовали отечественных ученых всегда, с самого зарождения науки в России. Пример тому: внедрение в производство М.В. Ломоносовым разработанных им составов для изготовления цветных стекол — смальты. Вот фрагменты из его переписки по этому поводу, опубликованные в IX томе собрания сочинений.

Октябрь 1752 года.

Прошение в Сенат о разрешении открыть фабрику разноцветных стекол

Всепресветлейшая, державнейшая, великая государыня императрица Елисавет Петровна, самодержица всероссийская, государыня всемиловитившая.

Бьет челом коллежский советник и Академии Наук профессор Михаила Васильев сын Ломоносов, а о чем, тому следуют пункты.

1. По регламенту Манифактур-коллегии 1723 году декабря 3 дня, под-

писанному собственной рукою блаженныя и вечныя славы достойныя памяти государя императора Петра Великого, позволено всякого чина людям в России, где кто за благо рассудит, фабрики и мануфактуры заводить и распространять, какие в чужестранных государствах находятся, а особливо такие, для которых материалы в Российском государстве найтись могут, обещаая тем заводчикам денежное и всякое другое вспоможение.

2. Во уповании на такое высочайшее обнадеживание желаю я, нижайший, к пользе и славе Российской

империи завезть фабрику делания изобретенных мною разноцветных стекол и из них бисеру, пронизок и стеклярусу и всяких других галантерейных вещей и уборов, чего еще поныне в России не делают, но привозят из-за моря великое количество ценою на многие тысячи. А я с помощью Божию могу на своей фабрике, когда она учредится, делать помянутых товаров не токмо требуемое здесь количество, но со временем так размножить, что и за море отпускать оные можно будет, которые и покупать будут охотно, ибо вышеписанные товары станут здесь заморского де-

шевле и по размножении заводов будут продаваться за меньшую цену, нежели как ныне, для того что принадлежащие к сему делу главные материалы здесь дешевле заморского и в таком довольстве, что оных знатное количество отпускают в другие государства, как то, например, поташ, которого на моих заводах немалое число исходить имеет, и в переделе продаваться будет много большею ценою, отчего и пошлин в казну В. И. В. больше собираться имеет. А когда высочайшим В. И. В. указом повелено будет здесь производить мозаичное художество, то обещаюсь я, низжайший, показать кому повелено будет удобные способы к набиранию всяких мозаичных вещей и сверх того ставить для сего дела с моих заводов требуемое количество составов ценою 30 процентами ниже, нежели как оные в Риме на месте продаются, то есть отпустить оные около 3 рублей пуд.

И дабы высочайшим В. И. В. указом повелено было мне, низжайшему, завести и содержать означенную фабрику на которой по размножению должно быть мастеровых и работных людей около 100 человек и больше, также потребны дрова, глина и песок, отвести в Копорском уезде село Ополье или в других уездах от Санкт-Петербурга не далее полуторых сот верст, где бы мужеска полу около двухсот душ имелось с принадлежащими к нему деревнями, лесами и другими угодьями. И хотя о даче деревень под заводы фабриканам в вышепомянутом регламенте не изображено именно, однако нет сомнения, что начинающим новые фабрики давать для оных деревни и крестьян заключается в вышепомянутом регламенте под именем всякого вспоможения, ибо те деревни, на которые для заводов казенной суммы не положено, отдавать фабриканам много безубыточнее; для новости же той фабрики уволить оную от постою и от платежа пошлин с купных на оную материалов и с продажи сделанного товару, на сколько лет все милостивейше благоволено будет; на строение на оной фабрике сараев, на печи, на инструменты и на материалы сперва выдать из казны денег 4000 рублей без процентов, которые я обещаюсь выплатить в пять лет; а понеже делание вышепомянутых вещей не может так происходить, чтоб оною другие не увидели, и способа, как делать, не переняли, и таких фабрик в своих собственных деревнях с моего примеру не начали того ради пожаловать мне на сию фабрику привилегию одному под запрещением другим на 30 лет...

Из Лабораторного журнала и записей 1751 года

1) Золото, растворенное в царской водке с нашатырем, не осаждается растворами металлов и полуметаллов, растворенных в ней же.

2) Сурьмяная киноварь окрашивает стекло в беловатый цвет.

3) Раствор меди в селитряном спирте не имеет сильного запаха после хранения в открытом сосуде в течение нескольких месяцев, и при введении железа не скоро осаждается медь.

a') Крепкий селитряный спирт я насытил животным щелоком. После первого приливания жидкость тотчас начала зеленеть, частью сделалась мутной; по прибавлении воды в большем количестве и полном насыщении, жидкость сделалась почти прозрачной, довольно зеленой.

b') В другом стеклянном сосуде, однако, не удалось добиться, чтобы при осаждении жидкость сделалась зеленой. Так как в первом сосуде некоторое время содержался раствор железного купороса и от отложившегося крокуса стенки были мутными даже после промывания, то подозреваю, что это произошло от железистого вещества. Это, однако, подвергается медленному выпариванию под № 1 и 2.

Прошение писал того ж Сената копиист Иван Поляков.

К сему прошению коллежский советник и Академии Наук профессор Михайла Ломоносов руку приложил.

Декабрь 1752 года.

Обязательство вернуть денежную ссуду, выданную на оборудование фабрики

По вышеписанному Мануфактур-конторы определению коллежский советник и Академии Наук профессор Михайло Ломоносов дал сие обязательство в том, что определенные ему по силе Правительствующего Сената указу для заведения делаемых на фабрике его разноцветных стекол и из них бисера, пронизок и стекляруса и всяких других галантерейных вещей и уборов деньги 4000 рублей заплатит во оную Контору, как в том Правительствующего Сената указе изображено, по прошествии пяти лет без всяких отговорок и ту фабрику распространит и в наилучшее состояние приведет, как Мануфактур-коллегии регламент повелевает

Февраль 1754 года.

Доношение в контору Мануфактур-коллегии о порубке леса на приписанном к фабрике участке

Государственной Мануфактур-коллегии Контору Доношение

Коллежского советника и Академии Наук профессора Михайло Ломоносова, а о чем, тому следуют пункты:

1. Минувшего генваря 9 дня сего 1754 году, в бытность мою на бисерных моих заводах в Коважской мызе, в деревне Уструдицах приходил ко мне из Ропши мужик, сказывая, что он подрядился на строение тамошнего двorca поставить около четырнадцати тысяч бревен из отписных лесов, и просил, чтобы я указать велел границы дачи, принадлежащей к моим заводам, на что я ему сказал, что здесь в близости отписных лесов нет, где бы ему бревна рубить на строение можно было, притом велел ему показать границы и сказал накрепко, чтобы он моего лесу не касался. Но того ж генваря 16 дня оказалось, что оный подрядчик не границ спраши-

№	Præcipitandum	Præcipitans	Præcipitatum	Vitrum	
39	Solut. ☉ ♂ cum sol. ☉ nis mixta	☿ in ☉ fix.	Flavium	B. Griseovirens. pell.	2 X
41	☿ in ☿ sol.	Alcali anle	Isabellinum	24. Pallidum purpureum	3
42	W. in ☿	☿ ♂ in ☉ fixo	Isabellinum	22. Vix lactescens	3

	Materia	Vitrum
10	☉ solut. № 17 p. 1/4, calc 2 p. II, fritt. p. XII	Non satis coctum infra purpureum, supra fuscum
11	Crocus ♂ laex 1/2 p. I, fritt. p. XXXVI	Cinereum semlopacum
12	Crocus ♂ ex 1/2 p. I, fritt. p. XXXVI	Semlopacum gramineum dilutum

Вещество	Стекло
Раствор золота № 17—1/4 ч., оловянная известь 2 ч., фритты 12 ч.	Недостаточно сваренное, внизу пурпурное, сверху бурое
Крокус железный из царской водки 1 ч., фритты 36 ч.	Пепельное, полупрозрачное
Крокус железный из крепкой водки ч., фритты 36 ч.	Полупрозрачное, светлое, травянисто-зеленое

вать приходил на заводы, но присматривать годного на строение лесу, ибо отпущенные от меня крестьяне пять человек на оные заводы с материалами, приезжая к вышеписанной деревне, увидели, что в близком расстоянии от заводов рубят в моем лесу бревна человек с пятьдесят со многими подводами, и стали им запрещать словами, но оные, видя свое множество, напали на них с дубьем и обухами и били нещадно, так что рудицкий крестьянин Роман Пантелеев лежит при смерти, а брата его, Ивана Пантелеева, взяли на том месте и увезли в Ропшу, где по сие число содержится в цепях жестоким образом, а посланные от меня материалы и стеклянная посуда были в немалой опасности

И хотя я уповал, что оный подрядчик, признав свою вину, оного крестьянина отпустит и учиненный мне убыток без хлопот возвратит, но паче моего чаяния уведомился я, что по ведомости ропшинского управителя титулярный советник Артемий Пестриков присылал из Кипени солдата, чтобы и прочих мужиков, которые с материалами тогда ехали и от рубивших

в моем лесу биты, взять в Ропшу, где я не знаю никакого судного места, которому бы к фабрике принадлежащие крестьяне были подсудны.

И понеже таким образом не токмо мне учинена крайняя обида, но и привилегированным моим заводам чинится великое помешательство и опасность, того ради Государственной Мануфактур-коллегии Контору прошу, дабы по регламенту оной Коллегии и указам меня от таковых нападков оборонить, дабы я в задержании крестьянина в Ропше и в увечье его брата, также в порубке лесу был доволен и оный бы подрядчик за свою проделанность и за преслушание указа Е. И. В. по достоинству был наказан

Март 1756 года. Прошение в Сенат о выдаче ссуды на расширение фабрики

Всепресветлейшая, державнейшая великая государыня императрица Елисавет Петровна, самодержица всероссийская, государыня всемилоостивейшая.

№	Осаждаемое	Осадитель	Осадок	Стекло
39	Раствор железного купороса, смешанный с раствором квасцов	Свинец в постоянной селитре	Желтый	8. Серо-зеленоватое, прозрачное
41	Ртуть, растворенная в крепкой водке	Животная щелочь	Палевый	24. Бледно-пурпурное
42	Висмут в крепкой водке	Королек сурьмы в постоянной селитре	Палевый	22. Чуть молочное



АРХИВ

Бьет челом коллежский советник и Академии Наук профессор Михайло Васильев сын Ломоносов, а о чем мое прошение, тому следуют пункты:

1. Заведенная мною в Копорском уезде, в Ковашевской мызе, в деревне Усть-Рудицах фабрика делания изобретенных мною разноцветных стеклов и из них бисеру, пронизок и стеклярусу и всяких других галантерейных вещей и уборов приведена в такое состояние, что вышеупомянутые работы в учрежденных к тому строениях и обученными разным мастерам людям могут быть производимы в великом количестве

3. К производству и к бесперерывному продолжению всех оных работ требуется, чтобы затопить построенные на оных заводах большие стеклоплавные печи, которые по затоплении должно всегда содержать в ходу без угашения, к чему на каждый год потребно на плавление разноцветных стеклов около 2000 пуд материалов и держать много большее число работников, нежели ныне у малых печей содержится, на что все потребна знатная сумма, а данные мне заимобразно четыре тысячи рублей из Мануфактур-конторы употреблены во многие на оных заводах нужные строения на содержание и обучение крестьянских детей разным мастерствам.

И дабы высочайшим В. И. В. указом повелено было сие мое прошение в Правительствующем Сенате принять и на помянутое размножение моей фабрики указать из Мануфактур-конторы выдать пять тысяч рублей денег заимобразно на десять лет без процентов

Март 1756 года. Обязательство погасить ссуду, полученную на расширение фабрики

1756 года марта дня Государственной Мануфактур-коллегии в Конторе коллежский советник и профессор Михайло Ломоносов и поручитель по нем, г. действительный камергер и кавалер Шувалов сим обязуется, что

он, Ломоносов, выданные ему в силу Правительствующего Сената указу из оной Конторы на размножение фабрики деньги пять тысяч рублей по прошествии десяти лет возвратит в казну, во оную Контору безоговорочно. А ежели по прошествии того срока он, Ломоносов, к платежу оных денег явится в несостоянии, то те деньги пять тысяч рублей за него, Ломоносова, обязуется взнести в Мануфактур-контору г. действительный камергер и кавалер Шувалов

Сентябрь 1757 года.

Прошение в контору Мануфактур-коллегии о разрешении открыть лавку для продажи изделий фабрики

Всепресветлейшая, державнейшая, великая государыня императрица Елисавет Петровна, самодержица всероссийская, государыня всеимло- стивейшая.

Бьет челом коллежский советник Михайло Васильев сын Ломоносов, а о чем, тому следуют пункты:

1. Указом В. И. В. из помянутой Конторы требуется ведомость о продаже товаров с моей фабрики делания разноцветных стекол и прочего, но как заводы мои состоят от Санкт-Петербурга в отдалении и товары суть разных родов, которых всех оптом купцы не покупают, отчего в продаже чинится крайняя **остановка**.

И дабы высочайшим в. и. п. указом повелено было сие мое прошение Государственной Мануфактур-коллегии в Контору принять и чтоб позволено мне было здесь в Санкт-Петербурге содержать для продажи оных фабричных товаров лавку

Октябрь 1757 года.

Прошение в Сенат об обеспечении фабрики заказами на мозаичные изображения

Всепресветлейшая, державнейшая, великая государыня императрица Елисавет Петровна, самодержица всероссийская, государыня всеимло- стивейшая.

Бьет челом коллежский советник и профессор Михайло Васильев сын Ломоносов, а о чем, тому следуют пункты:

1. На привилегированной моей фабрике делания изобретенных мною разноцветных стекол и из них бисеру, пронизок и стеклярусу и всяких

галантерейных вещей и уборов производится между прочими мастерствами мозаическое художество **с добрым** успехом. И понеже указом в. и. в повелено, чтоб я особливо к размножению мозаичного искусства прилагал старание, того ради, исполняя оный указ, паче прочих вещей старался я о произведении в совершенство помянутого художества, которое и достигло уже такого состояния, что совершенно служить может для украшения церквей Божиих и других публичных строений...

И дабы высочайшим В. И. В. указом повелено было сие мое прошение в Правительствующий Сенат принять и всеимло- стивейше указать на моих заводах составлять мозаичные живописные вещи для украшения казенных строений по данным оригиналам или рисункам за надлежащую цену, дабы возобновленное и в несравненно лучшее состояние приведенное мною сие в России искусство могло размножиться, положенные на изыскание оногo труда не были б тщетны и фабрика б моя пришла в цветущее состояние

Январь 1758 года.

Прошение в контору Мануфактур-коллегии об отсрочке погашения ссуды

Всепресветлейшая, державнейшая, великая государыня императрица Елисавет Петровна, самодержица всероссийская, государыня всеимло- стивейшая.

Бьет челом коллежский советник и Академии Наук профессор Михайло Ломоносов, а о чем, тому следуют пункты:

1. На привилегированной моей фабрике делания разноцветных стекол и прочего хотя разными работами производятся разные вещи, а больше всех мозаичная работа, к которой я прилагаю старание по указу Правительствующего Сената, однако возврату употребленного на то капиталу получил только 500 рублей за мозаичный портрет Е. И. В. для Московского университета, а мелкие деланные вещи за неимением лавки весьма в малом количестве проданы; того ради полученных мною 4000 рублей денег заимобразно из Мануфактур-конторы, которым уже срок минул, ныне заплатить я не в состоянии.

2. А понеже прошлого 1757-го году просил я в Правительствующем Сенате, чтобы мне указана была казенная работа мозаикою в публичных

строениях, затем что частных охотников ко оной не сыскивается, и по оному моему прошению одна мозаика свидетельствована и одобрена.

И дабы высочайшим В. И. В. указом повелено было оную сумму платежей отсрочить, пока от высокопоставленного Правительствующего Сената указано будет мне мозаичное дело в публичных строениях, отчего впоследствии поворот употребленного на мои заводы капитала.

Всеимло- стивейшая государыня, прошу В. И. В. о сем моем прошении решение учинить

Февраль 1758 года.

Ведомость о работе фабрики

Государственной Мануфактур-коллегии в Контору от коллежского советника и Академии Наук профессора Михайло Ломоносова

Ведомость

Фабрика моя делания разных стекол и прочего состоит в Копорском уезде, в Коважской и в Каревалдайской мызах деревнях. На той моей фабрике прошлого 1757-го году июля с 1-го нынешнего 1758 году генваря по 1-е число сделано нижеписанных вещей:

(Оные вещи не проданы за неимением для оногo лавок)

<i>Звание вещей</i>	<i>Рубли, копейки</i>
Мозаичной материи 53 пуда по цене на	159
Два образа мозаичных, каждый по 50 руб. Итого на	100
Бисеру, пронизок, стеклярусу, подвесок, запонок на	36,20
Разной посуды: кружек, стаканов, подносов, конфетных блюдец, карафинов, штофов, чарок, нюхальниц, чернилиц и песочниц, чашек и других вещей на	88,50
Итого на	383,70

В деле состоит портрет Е. И. В., за который задатку взято 500 рублей. На строение фабрики, на содержание, на обучение людей, на материалы и на инструменты употреблено 7849 рублей. А о мастеровых в прежней ведомости объявлено. А оным делающимся на той моей фабрике вещам прилагаю при сем образцы



Ноябрь 1760 года. Ведомость о работе фабрики

Государственной Мануфактур-коллегии в Контору от коллежского советника Михайло Ломоносова

Ведомость

1. Фабрика моя делания разноцветных стекол и из них разных вещей состоит в Коважской мызе, в деревне Устьрудичах. А на той моей фабрике после поданной перед сим ведомости сделан большой мозаичный портрет Е. И. В. длиной 2, шириною 1 1/2 аршина, и только доделываются малые поправки, и за оный портрет получено от Московского университета 800 рублей

3. Что ж до прочих товаров, на моей фабрике производимых, надлежит, коих пробы при сем приложены, то, не имея лавки, оных продавать нельзя, затем что их с фабрики не спрашивают и купцы в лавки неохотно принимают; а о позволении иметь лавку просил я Государственную Мануфактур-контору прежде сего, на что резолюции не имею

Апрель 1763 года. Ведомость о работе фабрики

Государственной Мануфактур-коллегии в Контору

Ведомость

Делание бисеру, пронизок и стеклярусу и прочего происходит на моей фабрике, как и к прежде поданных ведомостях показано. Сверх того для украшения мозаикою строения Е. И. В. в Ораниенбаум поставлено с оной фабрики мозаичных составов до двухсот пуд ценю на тысячу рублей. А главное дело, производится строение мозаичных торжественных картин к монументу блаженный и высокославная памяти государя императора Петра Великого... При сем же взносятся от меня в Государственной Мануфактур-коллегии Контору взятые мною на строение фабрики заимообразно четыре тысячи рублей денег серебряною монетою, которую прошу принять и мне дать в том квитанцию.

Май 1764 года. Проект прошения об ускорении очередного платежа за изготовление мозаичных украшений для монумента Петру I

1757 года февраля 11 дня из Правительствующего Сената послан был в Академию Наук указ, коим повелено освидетельствовать мозаичные картины, составленные на моей фабрике делания разноцветных стекол и из них бисеру, стеклярусу и прочего, которые картины весьма одобрены и ко всяким украшениям рекомендованы с похвалою, что-де оное искусство приведено здесь в краткое время до столь хорошего состояния, до которого в Риме едва в несколько сот лет достигло. И посему повелено мне от одного Правительствующего Сената о приобретении в том вящего искусства и обучении учеников всячески стараться, о чем я всевозможное употребил попечение и произвел до совершенства, а потому пришел в долги около четырнадцати тысяч, за-

тем что прочие фабричные дела и модели оставил для произведения мозаичного художества в надлежащее состояние.

А 1758 года января 14 дня в Правительствующем Сенате определено соорудить монумент с мозаичными украшениями в славу блаженный памяти государя императора П[етра] В[еликого] в Петропавловском соборе Потом 1760 года от 26 октября на оный доклад воспоследовало именное повеление Е. И. В. о строении помянутого монумента с мозаикою, которая и производится мною началась по выдаче назначенной суммы по 13 460 рублей в год, учиненной 1761 марта 29 дня.

Ныне же всепокорнейше прошу выдать мне на произведение и строение прочих картин сего строения определенную годовую сумму — 13 460 рублей, чему уже за три месяца срок минул, а ныне мастеровые и работные люди платы неотступно требуют, без чего неотменно воспоследует остановка.

Из комментария к IX тому Собрания сочинений М.В.Ломоносова

Вопрос о будущих судьбах мозаичного дела в России волновал Ломоносова до последних дней жизни. Вскоре после его смерти проект о «монументе» в Петропавловском соборе был отвергнут. Относительно предназначенных для этого монумента мозаических картин было признано, что им «в том соборе быть неприлично». И.И.Бецкой, которому было поручено «ведать мозаику», передал мозаичное дело «в команду» Комиссии от строений. В конце 1768 г. Усть-Рудицкая фабрика была закрыта. «Полтавскую баталию» убрали в какой-то амбар. Мозаицисты, ученики Ломоносова, выполнив в 1769 г. последнюю мозаику, оказались обречены после этого на «долговременное непроизводство» и умерли один за другим, не передав никому своего мастерства. В 1781 г. Бецкой официально одобрил предложение Конторы строений о том, чтобы передать мастеров мозаичного художества «в другое правление». Сенат ничего на это не ответил, а когда пять лет спустя, в 1786 г., Контора вновь возбудила тот же вопрос, то оказалось, что переводить было уж некого: из всех выращенных Ломоносовым специалистов в живых оставался один одряхлевший Иван Цильх.

Так, в обстановке бюрократического равнодушия захирело, а потом и вовсе заглохло замечательное художественное предприятие Ломоносова, поглотившее так много творческой его энергии.

Теория флогистона — гениальная

Доктор химических наук
А.Ф.Бочков

И школьные учебники, и вузовские курсы говорят нам, что флогистон — это идеалистическое измышление, «флюид огня», нематериальная субстанция, якобы способная объяснить явления горения, ржавления металлов и выплавки их из руд. В результате у целых поколений химиков слово «флогистон» автоматически ассоциируется с понятием «лженаука». Между тем взгляд на теорию флогистона из современности, свободный от непримиримости и накала идейных битв прошлого, позволяет прийти к совсем другому отождествлению, а именно:

флогистон = электрон.

Вспомним историю химии. Превращения металлов в «земли», «известы», окалину, ржавчину (по современной терминологии оксиды, сульфиды, гидроксиды) и обратные им трансформации, равно как и горение, то есть все те реакции, которые мы сегодня называем окислительно-восстановительными, интересовали и античных философов, и средневековых алхимиков, и практиков-ремесленников. Все они накопили обширный, но разрозненный эмпирический материал по такому рода превращениям. Именно его обилие и разнообразие наводило древних исследователей на мысль о возможности превратить «что угодно во что угодно», включая голубую мечту алхимиков — трансмутацию ртути в золото. На рубеже XVII–XVIII веков немецкий врач и химик Г.Э.Шталь (1659–1734) предложил обобщенную трактовку всех этих реакций — теорию флогистона. Согласно этой теории, сущность окислительно-восста-



Георг Эрнест Шталь

новительных реакций состоит в том, что при горении или ржавлении вещества теряют флогистон — специфическую «сверхтонкую» субстанцию, обратные же процессы заключаются в присоединении флогистона к «землям». Иначе говоря, горючие вещества и металлы суть соединения «земель» (оксидов) с флогистоном. При

окислении (говоря современным языком) эти соединения распадаются, освобождают флогистон и превращаются в оксиды. Вещества, богатые флогистоном, способны отдавать его оксидам, в результате чего последние вновь превращаются в металлы — «восстанавливаются». (В те времена это слово имело бытовое, описатель-



ное значение — металл вернулся, «восстановился из земли»). Чтобы устранить противоречия с наблюдаемыми изменениями веса в процессах окисления-восстановления, флогистону пришлось приписать невесомость, а позднее даже «отрицательный вес» (ну конечно лженаука!). И только строгие количественные измерения Лавуазье (а ранее — Ломоносова) поставили крест на этом «мракобесии».

Мракобесие мракобесием, однако, как только мы примем тождество флогистона с электроном, вся теория флогистона приобретает вполне современный респектабельный вид, и даже пресловутая невесомость флогистона становится оправданной (ибо конечно же по сравнению с ядерными массами электрон «невесом», тем более в рамках доступной XVIII века точности измерений). Сегодня мы согласимся и с тем, что выделить флогистон как обычное вещество и изучить его химические свойства исключительно трудно, если не невозможно. Мы не станем спорить и с характеристикой флогистона как «сверхтонкой субстанции» (простим Шталю архаичность терминологии).

«Вещества, способные к горению, богаты флогистонами и могут отдавать его другим веществам» — не это ли есть главное свойство, которым мы сегодня характеризуем восстановители (доноры электронов) и окислители (акцепторы электронов)? Даже немыслимое для Лавуазье термическое разложение металлов с потерей флогистона в отсутствие кислорода — для современной науки вполне рутинное явление, термоэмиссия.

Таким образом, сделав приведенное выше отождествление, мы при-

ходим к выводу, который вынесен в заголовок этой заметки. Г.Э.Шталь создал единую, внутренне непротиворечивую теорию окислительно-восстановительных реакций и при этом с необходимостью пришел к гипотезе, согласно которой их существование состоит в переносе от одного вещества к другому некой особой субстанции, качественно отличной от всех известных в то время веществ. В огромной массе разрозненных наблюдений он сумел увидеть то общее, что их объединяет, «почувать» присутствие главного участника всех таких событий. Дело, конечно, не в словах, но химия и физика XX века с полным основанием могла бы дать той элементарной частице, которая была угадана Шталем, название «флогистон».

Вряд ли было бы оправданным считать догадку Шталь лженаукой на том основании, что он назвал существующую частицу мистическим «флюидом», «сверхтонкой субстанцией». Важно то, что в своем существе его интуитивная догадка оказалась правильной. Ведь никто не назовет Периодический закон лженаукой из-за того, что Менделеев в основу периодической зависимости положил атомный вес, величину с современной точки зрения далеко не главную, а не заряд ядра, о существовании которого он знать не мог. Впрочем, заряд ядра фигурирует в теории Менделеева под псевдонимом «атомный номер». И пришел он к этой характеристике не умозрительно, а на основании глубокого анализа свойств элементов и их соединений.

Как любая гипотеза, претендующая на название научной, теория флогистона отвечает трем необходимым условиям: она согласуется со всеми

известными в то время фактами; дает им единое, внутренне непротиворечивое объяснение и, главное, допускает экспериментальную проверку тех выводов и предсказаний, которые из нее следуют. Развитие химической науки полностью подтвердило справедливость основного содержания теории флогистона — существование ключевого агента, участника всех окислительно-восстановительных реакций. Разумеется, ни Шталь, ни его последователи и ниспровергатели не могли в свое время ни задумать, ни осуществить эксперименты, необходимые для проверки этой теории. Понадобилось два века становления экспериментальной и теоретической базы химии и физики, чтобы, оперируя другими терминами, ученые пришли к тем же выводам, к которым некогда пришел Георг Эрнст Шталь (1659–1734).

О Г.Э.Штале и теории флогистона можно подробнее прочитать в следующих трудах:

- Д.И.Менделеев. Основы химии. Т.1. М.–Л.: ГХИ, 1947.
- Н.А.Фигуровский. Очерк общей истории химии. От древнейших времен до начала XIX в. М.: Наука, 1969.
- А.Азимов. Краткая история химии. М.: Мир, 1983.
- Ю.И.Соловьев (ред.). Становление химии как науки. Всеобщая история химии. М.: Наука, 1983. (В этой книге, в частности, приведены в русском переводе выдержки из основных работ Шталь о флогистоне.)
- В.Штрубе. Пути развития химии. Т.1. М.: Мир, 1984.



Мидас

Быль

четвертого
разряда

Художник Н. Крацин





— Улитка!
— Улей!
— Ульяновск!

— Нет, Дима, мы договаривались: имена собственные не называть.

— А разве это имя собственное? Ульяновск — это город.

— Ульяновск — это собственное имя города.

— Ну... Тогда — усы.

— У... уловка... Маша, ну что ж ты молчишь?

— Я думаю, мам.

— Десять... Девять... Восемь... Семь...

— Ухо!

— Уховертка!

— Ужимка!

— Утка!

— Утконос!

— Так нечестно! Мама, он мои слова добавляет, а сам не придумывает.

— Но слова ведь правильные.

— Неправильные!

— Машка, утконосы в Австралии живут!

— Не живут! Потому что так нечестно! Придумай слово сам!

— Дети, дети, не надо спорить!.. Ой, вот и папа... Приползло.

Василий Зайцев осторожно вставил ключ в замок, стараясь, чтобы щелчок никого не потревожил. Часы показывали четверть первого ночи. Кажется, с полчаса назад они тоже показывали четверть первого. Значит, время остановилось, и теперь, вместо того чтобы крутиться, как положено, Земля дергается туда-сюда, швыряя его, Василия, от стены к стене. Потрясенный этой догадкой, он испугался, что ночь никогда не кончится, но сразу же взял себя в руки. Бывало и хуже, твердо сказал он себе, глядя на раскачивающуюся дверь. Например, когда сосед устроил потоп и Димка простыл...

Василий повернул ключ на два оборота и толкнул дверь. Она не открылась. Может, это не его дверь? Или не его ключ? Но ведь ключ повернулся, значит — подходит. А может, и дверь, и ключ — не его?.. Зайцев поднял голову, присматриваясь к ускользящей табличке с номером. Пятьдесят четыре, все в порядке. Он повернул ключ на три оборота в другую сторону, и теперь дверь с резким щелчком открылась. За ней стояла Наташа, уперев руки в бока.

— Ну? — грозно спросила она.

— Я... Хлюч... Он теперь в другую сторону от...крывается.

— Это еще почему? — удивилась жена.

— Она не кхрутится, а так — туда-сюда, туда-сюда. И когда туда, то нормально от...крывается, а когда сюда...

— Кто — туда-сюда? Что ты несешь?

— Земля! — воздев палец к небу, произнес Василий, стараясь не дышать жене в лицо.

— Ах, Земля! — протянула она сладким голосом, от которого Василий невольно поежился. — Ты где был?

— Я... Мы... — Он попытался изобразить руками размер предполагаемого шкафа, который предполагаемо помогал нести предполагаемо куму, но задел вешалку, и оттуда с тяжким вздохом свалилась шуба.

— Что — мы? — Голос Наташи уже не был сладким, грозя сорваться.

— Не надо, — четко произнес Василий, поднимая руки.

— Удочка! — донесся из комнаты победный вопль Димки. — Мама! Твоя очередь!

— Да, теперь — моя очередь! — выкрикнула Наташа, отвешивая мужу пощечину. — Ублюдок ужравшийся! Упырь! Сколько же ты будешь пить мою кровушку? Упился до умопомрачения, увалень чертов!

— Неправда, — еле проговорил Василий, чувствуя внезапное просветление.

— У-убью! — заголосила жена, заноса над головой итальянской породы сапог с тяжелой подошвой.

— Не надо, — снова выговорил Василий, но просветление уже превратилось в яркий белый свет, сменившийся полным мраком. Загулявший муж медленно сполз на развалившуюся по полу Наташину шубу.

Наташа ошеломленно стояла с орудием возмездия в руках. Глаза Василия были закрыты, он лежал на спине, но руки и ноги совершали странные движения, словно он куда-то плыл.

— Васенька! — всхлипнула Наташа и уронила сапог.

Василий издал булькающий звук и поплыл быстрее. Теперь уже и голова его стала биться о пол.

— Васенька, зайчик мой! — заплакала жена, падая перед ним на колени. — Что ж я наделала?

Руки Василия дернулись и замерли. Ноги еще продолжали елозить по полу, сминая дорожку, но вот остановились и они.

— Васенька! Родной! — выговорила Наташа сквозь плач. — Я все прощу! Я что угодно сделаю, только скажи что-нибудь!

Глаза Василия на мгновение открылись, и он четко произнес:

— Не надо.

Затем помрачение превратилось в глубокий сон.

— Ох, мама! — стонал он утром, хватаясь за голову. — Ох-ох!.. Больше никогда пить не буду. Ни капли в рот не возьму.

— Болит, милый? — искренне сочувствовала жена.

— Ой, раскалывается!

— Может, мне за пивом сбежать, пока дети спят?

От удивления Василий на секунду даже забыл о головной боли и приподнял голову над подушкой.

— За пивом?.. Ты принесешь... пива?

— Ну как же я могу смотреть на твои мучения? — Она надеялась, что пиво поможет. Ведь помогало же раньше. Правда, тогда не было сапога... — А пока я тебе водички дам. Попей, полежи, а я в магазин сбегаю.

Потрясенный Василий рухнул на подушку, скривившись от нового приступа жестокого бодуна. Что с ним было вчера, он не помнил...

Из кухни вернулась Наташа со стаканом в руке. Василий приподнялся на локте, чувствуя ужасную слабость, взял стакан и с удовольствием отхлебнул. «Жигулевское», решил он, причем свежее.

Наташа возилась в прихожей, натягивая злосчастные сапоги.

— Ты куда?! — заметно приободрившись, крикнул Василий.

— В магазин. Ну, за пивом же.

— А это? — Он поднял стакан с желтой жидкостью, покрытой тонким слоем белой пены. — Больше нету?

— Это вода.

— Как?! — Василий озадаченно уставился на прозрачные грани, за которыми на стенках роились пузырьки. Понюхал жидкость в стакане, затем сделал новый глоток. Пиво как пиво! — Наташа, это пиво. — И отхлебнул еще раз. — «Жигулевское».

— Какое пиво? — Жена вышла из прихожей в одном сапоге, держа второй, тот самый, в правой руке.

— Ну... ты шутишь?

— Это — вода, я из крана... — И тут, различив цвет жидкости в стакане, она осеклась и подозрительно глянула на мужа. — А ну-ка, дай посмотрю. — Осторожно понюхала, а затем сделала маленький глоток. — Ой, Вася! И вправду — пиво. Откуда?

— Разве у нас в кране пиво? — саркастически спросил Василий, заметно веселея.

Наташа умчалась на кухню. Оттуда послышался плеск, и через минуту она вернулась с банкой воды.

— Вот что у нас в кране. А где ты взял пиво?

— Вода... — разочарованно протянул Василий, глядя на банку. — Дай хлебнуть.

Наташа передала мужу банку, но как только его рука охватила ее, вода там словно вскипела. От неожиданности Василий едва не выронил банку, но вода уже перестала бурлить, выдав на-гора хороший слой пены, и приобрела янтарно-желтый цвет.

— Ох! — только и сказала Наташа.

— Пиво, — обреченно констатировал Василий, продегустировав продукт. — «Жигулевское».

Пиво получалось практически из любой жидкости, когда Василий брал в руки банку, чашку или бутылку. Из сырой воды получалось «Жигулевское», из кипяченой — светлая «Оболонь». Чай превращался в «Оболонь» темную, а кофе —

в темное пиво, судя по всему, чешское. Из пастеризованного молока выходил светлый «Янтарь», из кипяченого — темный. Из «Пармалата» получалось что-то ужасное, но тоже, несомненно, пиво.

Поначалу это забавляло Василия, пока он не убедился, что превращение вовсе не зависит от его желания. Когда он случайно задел дорогой английский шампунь, тот выстрелил крышкой и превратился в ирландский эль. И вскоре Василий уже не мог избавиться от запаха пива. Казалось даже, что он потеет пивом.

Но на работе его фокус с превращением воды в пиво имел бешеный успех. Приходили даже мастера из соседних жэков или просто смутные знакомые, чтобы подивиться и, само собой, угоститься. Был испорчен любимый аквариум главного инженера Инны Степановны, вода в котором превратилась в вариацию «Жигулевского», а барбусы — в сушеных окуньков.

Инна Степановна тотчас же востребовала компенсацию, заставив Василия обнять сорокакубовый чугунный бак. Совершив это объятие, Василий едва держался на ногах (все-таки чудесная метаморфоза не проходила бесследно!), а главный инженер в сопровождении бака поменьше и двух маляров куда-то укатила на грузовике...

Но разочарование, причем истинное, ждало впереди. К вечеру управдом Михаил Сергеевич смекнул, что пиво без водки — это выброшенные на ветер деньги, и, хотя деньги никто не выбрасывал, вскорости вернулся с полторалитровой бутылкой самогона. Сообразили закуску, Михаил Сергеевич самолично разлил самогон по пластмассовым стаканчикам и провозгласил тост:

— За чудотворца!

Все дружно запрокинули стаканчики и бешено завращали глазами в поисках, чем запить и закусить. Водопроводчик Фомин оказался проворнее слесаря Сидорова, выхватив у того помидор прямо из-под алчущей длани. И лишь Василий Зайцев сидел неподвижно, с



тихим ужасом глядя на свой стаканчик. Там вместо самогона пенилось пиво.

— Ты что? — осторожно спросил Фомин.

— Пиво, — горестно произнес Зайцев и опрокинул содержимое стаканчика себе в рот. — «Балтика», номер шесть, — добавил он после некоторого молчания.

В конце концов ему все-таки удалось напиться самогона, по-ковбойски хватая стаканчик зубами. Напился он так, что следующим утром не помогало даже пиво, да Василий на него теперь и смотреть не мог.

И так, дар Божий превратился в настоящую проблему. Стоило взять рукой любую посудину с любой жидкостью, и... Перчатки, а также строительные рукавицы не помогали. И Василий решил обратиться к врачу.

— Ты что? Какой же врач от этого лечит? — возразила Наташа. — Ты же чудом станешь, похлеще чернобыльского тельца. Затаскают только везде.

Василий представил, как его заставляют делать ударными темпами пиво для всей страны, и вынужден был согласиться.

— Лучше к бабке ходим, — вздохнула Наташа. — Может, отговорит, может — посоветует...

Бабка Варвара долго катала куриное яйцо по макушке Василия, затем мастерским движением разбила яйцо о край стакана. По комнате разнесся резкий запах просроченного пива, и она зацокала языком:

— Мощная хворь, ой мощная! Рентгенов тридцать будет.

Наташа благоговейно посмотрела на стакан, вспоминая свою неудачную шутку насчет чернобыльского тельца.

— А что же делать? — спросил Василий.

Бабка пригляделась к темному содержимому стакана, в котором плавали какие-то хлопья, подумала немного и изрекла:

— Это тебе жизнь в голову дала. Ежели отымет...

— Это я ему в голову дала, — всхлипнула Наташа, — сапогом.

— Чего?! — удивился Василий.

— Ну... Тогда ты вечером пьяный пришел, я тебя сапогом и врезала.

— Как жизнь дала, так и отымет, — назидательно произнесла бабка Варвара. — Сымай сапог, доченька, оты мать будешь.

— Как? — всполошилась Наташа. — Сапогом?

— Именно им. Думай, что тогда думала, говори, что тогда говорила, и бей в то же самое место.

— Эй! — возмутился Василий. — А моя голова?

— Голова — кость, что ей сделается! — рассудила бабка.

Наташа сняла сапог и подошла к Василию, усевшемуся на высокую бабкину кровать.

— Упырь! Увалень ужравшийся! — дрожащим голосом выкрикнула Наташа и резко опустила сапог на голову мужа.

— Ох ты! — заморгал он. — А ну-ка, стакан!

Вода в стакане снова забурлила и стала пивом.

— Сильнее надо, доченька, сильнее! — посоветовала бабка.

— Ублюдок! Упырь! Сколько ж моей кровушки! — взвизгнула Наташа, замахаясь сильнее.



ФАНТАСТИКА

На этот раз Василий моргал дольше, скрежеща зубами, но вода опять превратилась в ненавистный напиток.

— Не так надо, — вздохнула бабка и забрала у Наташи сапог, — дай-ка, покажу. — И далее без лишних слов крепко приложила им Василия по темени. Тот опрокинулся на спину, хрипя и суча руками.

— И тогда так же было, — в ужасе произнесла Наташа.

— Видишь, работает! — засуетилась бабка, надевая на шею Василия маленькую иконку Богоматери.

Спустя некоторое время Василий очнулся и сел.

— Голова не болит, касатик? — поинтересовалась бабка Варвара.

— Есть немножко, — хмуро отозвался он.

— Стакан возьми.

Василий взял обеими руками стакан с водой. Но ее цвет не изменился.

— Вода! — радостно сказал он и сделал глоток. — У-у-ух! — еле проговорил затем, выпучив глаза.

Бабка забрала стакан, понюхала и, обмакнув палец, лизнула.

— Восемьдесят три градуса, — оценила профессионально.

— Что там? — спросила Наташа.

— Сс... Самогон! — наконец отдышался Василий.

— Правее надо было брать, — заключила бабка задумчиво. — Дай-ка, дочка, сапог...

На этот раз Василий лежал без памяти почти полтора часа. Пока шло время, бабка научила Наташу вязать крючком и составлять отворотное зелье на случай супружеской измены.

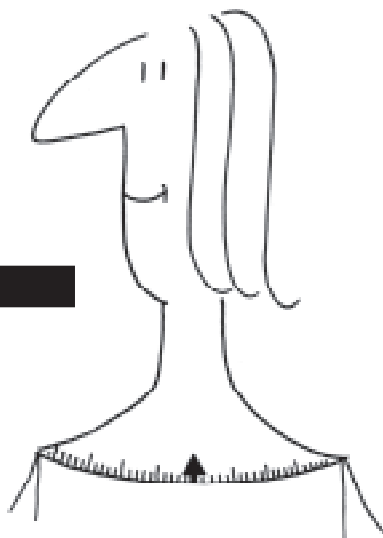
Когда же он открыл глаза, то взгляд его был необыкновенно ясным. Бабка сунула ему в руки очередной стакан, и вода там так и осталась водой.

— Вот и ладушки, — подытожила бабка, откидывая кружевное покрывало с новенького кассового аппарата. — С вас, голуби мои, триста рубликов всего лишь.

С тех самых пор Василий стал трезвенником и действительно не берет в рот ни капли спиртного. Вода, к которой он прикасается, так и остается водой, чай — чаем, а молоко — молоком. И только спиртные напитки в его руках превращаются в обыкновенную воду.

(Историческая справка. Царь Мидас правил в Фригии в 738–696 годах до н.э. Согласно мифу, был наделен богом Дионисом способностью обращать в золото все, к чему бы он ни прикасался.)

Без биопсии можно обойтись



Миллионы женщин во всем мире приходят к врачу с подозрением на рак груди. Чтобы подтвердить или опровергнуть диагноз, нужно взять образец ткани, то есть подвергнуть пациентку болезненной и травматической операции. До сегодняшнего дня это был единственный способ узнать, если ли у женщины злокачественная опухоль, так как рентген и ультразвуковое обследование могли лишь определить местоположение подозрительного уплотнения. Недавно двум группам американских ученых удалось найти альтернативу биопсии.

Ученые из Университета в Огайо предложили использовать метод магниторезонансного сканирования, который применяют для исследования головного мозга. Этот метод помогает распознать раковую опухоль среди уплотнений в ткани молочной железы, поскольку в ней накапливается кальций. Ее магнитные свойства изменяются, что можно зафиксировать при магниторезонансном сканировании. Но для этого потребовалась специальная компьютерная программа, созданная руководителем исследовательской группы Бредли Климером.

Эта программа может заметить разницу в изображении, невидимую простым глазом. Для каждого элемента изображения она вычисляет его связь с соседними элементами и на основе этого выделяет более плотные злокачественные образования. Таким образом, магниторезонансное сканирование может определить природу уплотнений тканей молочной железы, видимые на рентгене (маммограмме). Этот метод более дорогой, чем биопсия, но гораздо привлекательнее, поскольку не требует хирургического вмешательства. Сейчас группа Климера работает над его усовершенствованием и надеется вскоре применить на практике у пациенток с подозрением на рак груди, пока (увы!) параллельно с биопсией, чтобы окончательно убедиться в его надежности.

Еще более простой (и дешевый) способ распознавания раковой опухоли — с помощью специального ультразвукового обследования — предложили ученые из Университета Дюка в Дурхеме (Северная Каролина, США). Оказывается, если подобрать специальные параметры ультразвука, то можно не только локализовать возмужную опухоль, но и оценить ее механические свойства, то есть плотность. Этот метод безопасен, так как сильный ультразвуковой луч действует только в течение нескольких миллисекунд и не повреждает ткани (по сообщению агентства «New Scientist» от 01.08.2001).

Руководитель исследовательской группы Кэтрин Найтингэйл говорит, что в США у 60–80% женщин биопсия не подтверждает страшный диагноз, но, чтобы узнать это, они должны пройти неприятную процедуру. Поэтому новые нехирургические методы диагностики рака специалисты расценивают как огромный шаг вперед, если, конечно, будет доказана их абсолютная надежность.

Н.Маркина

Пишут, что...



...запрещать псевдонауку бессмысленно, надо только отделять ее от науки («Вопросы философии», 2001, № 6, с.4)...

...в мире около полутора миллионов студентов учатся за границей, из них 32% в США, 16% в Великобритании, 13% в Германии, 11% во Франции («Physics Today», 2001, № 5, с.21)...

...средний город с населением в один миллион человек ежедневно потребляет 11,5 тыс. т ископаемого топлива, 320 тыс. т воды, 2 тыс. т пищи и выбрасывает в атмосферу 2,5 тыс. т углекислого газа («Вестник РАН», 2001, № 6, с.496)...

...подводные землетрясения ответственны за 90% всех цунами («Морской гидрофизический журнал», 2001, № 3, с.5)...

...если у млекопитающих животных частота сердечных сокращений при напряженной мышечной работе увеличивается в 2,3–3 раза, то у птиц при полете — в 5–7 и даже более раз («Журнал общей биологии», 2001, № 3, с.199)...

...в России произрастает более 200 видов лекарственных растений, большинство из них — цветковые («Прикладная биохимия и микробиология», 2001, № 3, с.261)...

...в Физико-техническом институте им. А.Ф.Иоффе впервые удалось получить фуллерены при испарении графита с помощью мощного CO₂-лазера непрерывного действия («Письма в ЖТФ», 2001, т.27, вып.10, с.31)...

...в настоящее время в мире действуют около 40 источников синхротронного излучения и строится более десятка новых («Успехи химии», 2001, № 5, с.430)...

...у крыс, перенесших десятиминутную клиническую смерть, память в большой степени восстанавливается через 12 дней после оживления («Журнал высшей нервной деятельности», 2001, № 3, с.337)...

Пишут, что...



...заболеваемость эпилепсией составляет 50–70 человек на сто тысяч населения и чаще встречается у мужчин, чем у женщин («Вестник РАМН», 2001, № 7, с.22)...

...бактериальным инфекциям способствует высокое содержание в природной среде одних металлов (железа, кобальта, титана) и пониженное содержание других (меди, никеля, ванадия) («Успехи современной биологии», 2001, № 3, с.252)...

...наибольший вклад в облучение населения России вносят природные (69%) и медицинские (30%) источники ионизирующей радиации («Экологический вестник России», 2001, № 6, с.3)...

...ученые из Гарвардской медицинской школы считают, что переизбыток и тучность американцев — основные причины возникновения у них диабета, гипертонии, сердечно-сосудистых заболеваний («Вопросы экономики», 2001, № 6, с.59)...

...в настоящее время Россия экспортирует продовольствия в 4–5 раз меньше, чем импортирует, а Китай, полностью обеспечив себя продовольствием, больше экспортирует его, чем импортирует («Пищевая промышленность», 2001, № 6, с.11)...

...в число 20 стран с самым высоким национальным доходом на душу населения входят 11 малых государств Европы («Известия АН, серия Географическая», 2001, № 3, с.29)...

...Томский политехнический университет стал первым российским вузом, открывшим свой филиал в дальнем зарубежье — в Чехии, в Праге («Литературная газета», 8–14 августа 2001, с.13)...

...в развитых странах каждую перспективную научную идею проталкивают на рынок примерно десять менеджеров, а в России отношение обратное — один менеджер на десять идей («Науковедение», 2001, № 2, с.15)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Глаз вместо паспорта

То, что человека можно распознать по рисунку и расцветке радужной оболочки его глаза, сочетание которых абсолютно индивидуальны, как отпечатки пальцев, известно давно. Более того, нам даже знакома технология распознавания благодаря фильмам про Джеймса Бонда и прочих секретных агентов: приложил глаз к камере и двери открываются. Любопытно, но не более того, ведь к нам это не имеет никакого отношения. Однако все меняется. Этой осенью в лондонском аэропорту Хитроу будет проходить испытание новой технологии — сканирование глаз.

Объектами для испытания станут около двух тысяч североамериканских пассажиров, которые часто летают рейсами компаний «Британские авиалинии» и «Вирджин атлантик». И если испытания пройдут успешно, то передовой опыт подхватят в других европейских аэропортах.

Процесс сканирования радужной оболочки с помощью камеры, расположенной в полуметре от человека, приятен тем, что занимает всего лишь несколько секунд. Но чтобы сканирующая система могла устанавливать личность по цвету глаз, сначала необходимо запомнить рисунок радужной оболочки каждого путешественника вместе с номером паспорта, а данные ввести в компьютер. Эта система позволит пассажирам, зарегистрированным в Британской иммиграционной службе, по прибытии в Хитроу в две секунды удостоверить свою личность и свое право находиться на территории Соединенного Королевства.

Новая технология была разработана американской корпорацией «Айтикет» и уже тестируется в аэропорту Шарлотт в Северной Каролине, США. Ганс Шрибер, вице-президент «Айтикет», заявил, что с того момента, как корпорация установила свою систему в мае прошлого года, уже почти 500 000 путешественников прошли через нее, и никаких ошибок в чтении данных не было.

Томас Уиндмиллер, директор группы по упрощению пассажирских перевозок Международной ассоциации воздушного транспорта, считает, что такая модернизация избавит пассажиров от стояния в очередях на паспортный контроль. Не исключено, что им вообще не понадобится брать с собой паспорт. Не исключено также, что лет через десять в аэропорту у нас будут брать анализ крови, чтобы быстренько прочитать геном, и уж тогда нас точно ни с кем не спутают. А может, просто придется плюнуть на какой-нибудь датчик. Ведь состав слюны тоже индивидуален. Время покажет.

Е.Лозовская



Машина без руля и педалей

Е.В.ТЕНЯКОВУ, Минусинск: *Вот один из рецептов легкоплавкого стекла из множества опубликованных в «Химии и жизни» (компоненты в весовых соотношениях): оксид бария — 25, оксид свинца — 20, борный ангидрид — 12, оксид кремния — 10, карбонат калия — 10,3, хлорид натрия — 0,7, селен — 0,05.*

М.П.РОЖКОВУ, Саратов: *Трещину в аквариумном стекле можно заделать эпоксидным клеем — для рыбок он неопасен.*

О.П.ЮЛИНОЙ, Челябинск: *Хмелевая подушка, которая спасает от бессонницы, — это мешочек с двумя столовыми ложками измельченных цветков хмеля, зашитый внутри обычной подушки.*

Е.Н.АЛЕКСИНОЙ, Санкт-Петербург: *Чайный гриб, или медузомицет (он же японский, манчжурский гриб), — симбиотический организм, так же, как, например, кефирный грибок; он включает в себя дрожжевые грибки, уксуснокислые и глюконовые бактерии.*

С.В.КОЧЕТКОВУ, Пермь: *Трепангами называют некоторые виды голотурий, в том числе дальневосточный *Stichopus japonicus*, но в кулинарии трепанг (малайск. *tripang*) имеет такое же отношение к голотуриям, как отбивная к корове, поскольку трепанг — это голотурия, правильно очищенная и приготовленная; так что фраза «голотурий загатавливают на трепанги» совершенно правомерна.*

А.М.НЕЛИДОВОЙ, Москва: *Натриевые лампы высокого давления появились в московских фонарях четверть века назад (в 1976 году таких фонарей было около тысячи); оранжевый свет действительно далек от естественного, но зато такие лампы служат дольше ртутных и потребляют меньше электроэнергии, — очевидно, это и есть причина их распространения.*

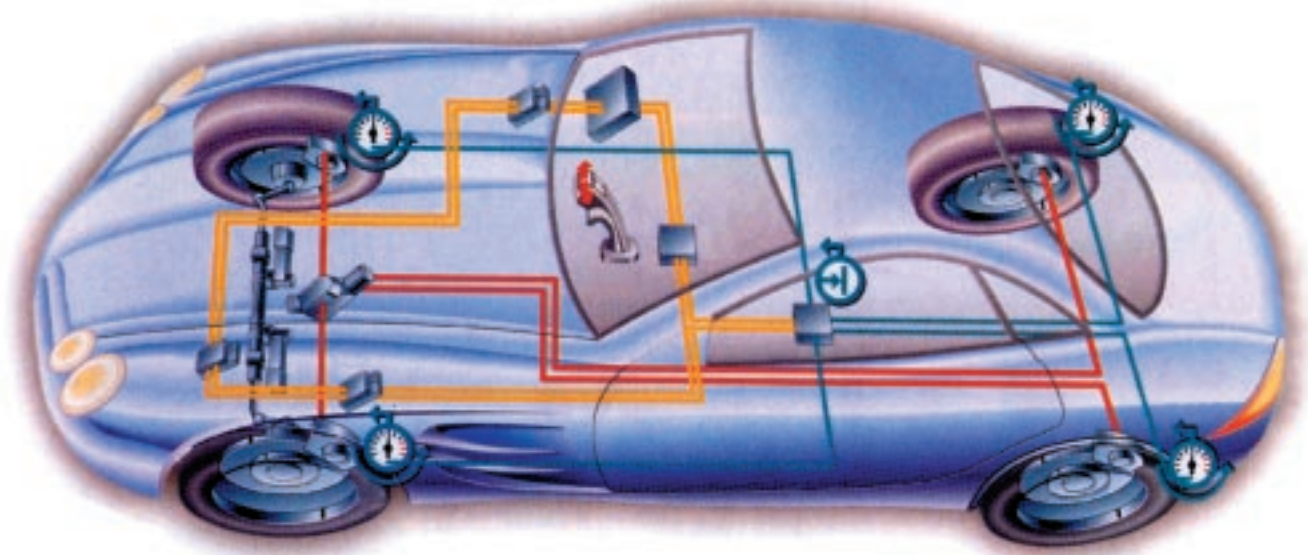
Д.М.КОСТЫЧЕВОЙ, Санкт-Петербург: *Согласны с вами, что статья о природе шаровых молний может быть интересной для широкого круга читателей; спасибо за приложенный к письму конверт, но на нем не было обратного адреса.*

ПИТЕРУ БРЕЙГЕЛЮ: *К сожалению, ваша картина на второй странице обложки сентябрьского номера оказа-*

Похоже, нас ждет прорыв в автомобилестроении: Стефан Мюкке, инженер фирмы «Даймлер-Крайслер», сделал автомобиль без руля и педалей. Нет, двигатель у него обычный, и сделан он на базе «Мерседеса-R129» с откидывающимся верхом. Только место водителя больше похоже на кабину пилота, а взамен обычных руля и педалей — суперсложный рычаг, внешне напоминающий ручку от швабры или джойстик в электронных играх. Автор изобретения уверен, что такой совершенно новый тип управления гораздо удобнее и намного повышает безопасность автомобиля.

Новый автомобиль назвали «Сайдстик» (дословный перевод *Sidestick Car* — автомобиль «Боковая ручка»). Он — воплощение старой идеи, предложенной «Дженерал моторс» еще в 1959 году: «Чтобы повысить безопасность при аварии, газ, тормоз и движение должны контролироваться одним ручным приспособлением». Стефан Мюкке десять лет пытался воплотить эту идею в жизнь. Сейчас образец готов, и его испытывают на трассе рядом со Штутгартом. Справа и слева от места водителя — две ручки, каждая из которых соединена с компьютером, скрытым под задним сиденьем. Чтобы управлять, вы пользуетесь правым или левым рычагом, а можно и обоими одновременно. Третий компьютер контролирует весь автомобиль. Первый приятный сюрприз: вы можете отодвинуть кресло так далеко, как вам удобно (хоть на метр от приборной доски), и вытянуть ноги — на педали-то нажимать не надо. На приборной доске кнопки «вперед», «назад», «нейтральная», «стояночный тормоз», как у машины с автоматической коробкой передач, и еще две кнопки вверху рычага, чтобы включать поворотные сигналы и гудеть.

Конечно, поначалу непривычно: в классическом автомобиле можно повернуть руль на 360 градусов, а рычаг «Сайдстика» поворачивается только на 20 градусов направо или налево. Чтобы компенсировать эту маленькую подвижность, хитрые инженеры вставили в рукоятки датчики, которые измеряют не только угол, на который вы ее повернули, но и силу, с которой на нее давите. Чем сильнее



ТЕХНОЛОГИЯ

вы нажимаете сбоку на рычаг, тем круче поворачивает автомобиль. Чтобы прибавить газу, тот же принцип: сильнее надавили вперед – быстрее поехали. Правда, если вы захотите затормозить, то назад рукоятка не отклонится, достаточно просто давления руки. Рычаги Фоккера (названные по фамилии авиационного конструктора, который их придумал) первого поколения двигались крестообразно (вперед-назад, влево-вправо), но в этом случае компьютер плохо различал ускорение и торможение, и машина, особенно на большой скорости, плохо слушалась. Кажется, что очень просто, а на самом деле довольно трудно научиться регулировать давление руки, особенно вперед, при ускорении. И уж рука на больших скоростях дрожать не должна – неконтролируемые движения к хорошему не приведут.

Создатели автомобиля утверждают, что такой тип управления не только самый естественный, но и самый безопасный. Например, по французской статистике, в случае лобового столкновения именно руль и педали – причина 75% смертей водителей. А здесь перед водителем ничего нет, кроме подушки безопасности. Второй серьезный аргумент в пользу такого управления: в случае экстренной остановки нашей ноге нужно 0,2 с, чтобы переместиться с газа на тормоз, при скорости 110 км/ч это соответствует 10 метрам тормозного пути. А время реакции руки ничтожно, тем более что она уже находится на рычаге.

Научиться водить такой автомобиль гораздо легче, чем обычный, и это под силу кому угодно. Инженеры провели многочисленные опросы и тестирования и выяснили, что семнадцатилетним подросткам хватает двух часов, чтобы чувствовать себя за рулем «Сайдстика» так же уверенно, как и контрольной группе после курсов на обычном автомобиле. Правда, корреспондентке журнала «Science et avenir», которая пыталась освоить новую машину, не удалось уложиться в два часа (видимо, женщинам требуется больше времени).

Менее убедительно выглядит беспроводная электронная передача сигнала, скопированная с самолетов (см. схему). В новом автомобиле нет механической связи между управляющим устройством



(центральным компьютером) и движущимися частями (колесами, мотором и тормозами). Все необходимые детали имеют датчики, через которые они получают сигналы от центрального компьютера. Через них же они отчитываются о своей работе (скорость, тип дороги, температура), что позволяет тонко регулировать движение. Вроде все рассчитано идеально, но при попытке тронуться с места после резкого торможения рычаги перестают реагировать. Приходится выключать, а потом снова включать всю систему, как «зависший компьютер».

Главный разработчик Стефан Мюкке говорит, что опытный образец еще требует доработки и авторы изобретения пока не готовы запустить машину в серийное производство. Более того, законодательство запрещает использование беспроводных автомобилей. Но работа идет полным ходом (видимо, и над законодательством тоже), поэтому недалек тот день, когда «Даймлер-Крайслер» запустит «Сайдстик» в серийное производство. Вот тогда и пригодится, казалось бы, бесполезный навык наших детей играть в компьютерные игры-волчки.

В.Благутина

По материалам августовского номера «Science et avenir»

С.Алексеев

«Рука Канады»

«Рука Канады» — это концевой манипулятор для Международной космической станции. У него есть две руки с чувствительными пальцами, оснащенные тензодатчиками, и система видеонаблюдения, то есть глаза, с помощью которых космонавты будут этим роботом управлять. Однако на орбите он появится лишь в 2003 году. А в апреле 2001 года на станции смонтировали другой манипулятор — Канадарм-2 (то есть что-то вроде «канадской конечности»). Собственно, после того как к его свободному концу будет прикреплен концевой манипулятор, конечность превратится в руку и все будет выглядеть так, как на картинке.

Но сам по себе Канадарм-2 тоже весьма нужен в космическом хозяйстве. С его помощью к станции будут подтаскивать прибывающие модули, разгружать челноки и много чего еще делать. Во всяком случае, его создатели из Канадского космического агентства считают, что конечность задействуют во всех экспедициях.

Длина конечности — 17,6 метров, вес — 1640 кг. Семь управляемых сервомоторами сочленений обеспечивают ей гибкость, превышающую гибкость человеческой руки. Оба конца имеют одинаковые посадочные гнезда, и Канадарм-2, подобно гусенице бабочки пяденицы, способен перемещаться по поверхности станции, попеременно присоединяясь своими концами к разным узлам крепления.

А сделана конечность в основном из пластмасс, поскольку они легки и прочны, а ведь каждый килограмм доставленного на орбиту груза — на вес золота. Длинные штанги Канадарма-2 сделали из композита, армированного графитовыми волокнами, с полиэфирэфиркетонной матрицей. Поначалу инженеры из канадской компании «ФРЕ Композитс» хотели сделать ее на основе эпоксидной смолы, но в ней возникало в четыре раза больше микротрещин. К тому же из полиэфирэфиркетонного композита в условиях космоса испаряется меньше веществ.



Это хорошо, меньше загрязняются оптические элементы конечности. Кроме того, композит продемонстрировал такую устойчивость к радиации, что у его создателей не осталось сомнений, из чего его делать. А графитовые волокна добавили для того, чтобы обеспечить жесткость. В космосе особая прочность не нужна — там нет силы тяжести. Но у предметов остается инерция, и элементы космических конструкций должны быть очень жесткими.

Снаружи элементы конструкции завернули в теплозащиту из блоков полиамидной пленки, покрытой алюминием. А кожухи посадочных гнезд на концах манипулятора соорудили из стеклопластика.

Кстати, просто Канадарм, без цифры 2, — это манипулятор, установленный на челноке. Он сделан примерно по той же технологии, но только менее гибкий и не способен перемещаться по поверхности космического корабля. Оно и понятно, этот робот из числа первых, теперь уже устаревших, моделей.