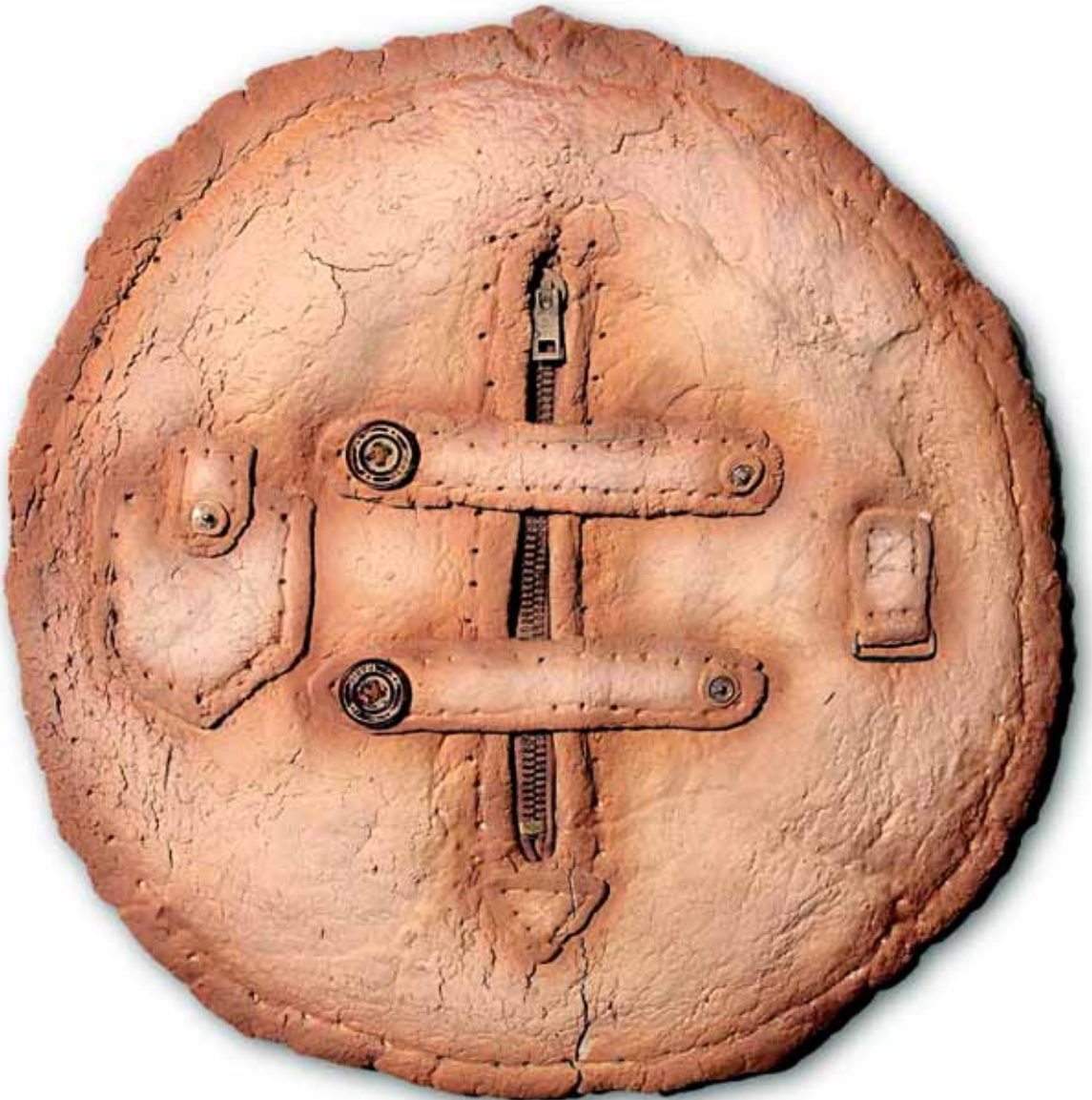




₹

3
2008

НЗЖ И ВИШИХ





FRANZ
VON
STUCK
1910

DISSONANZ

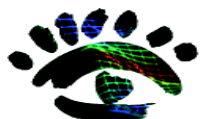


Химия и жизнь
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

3
2008

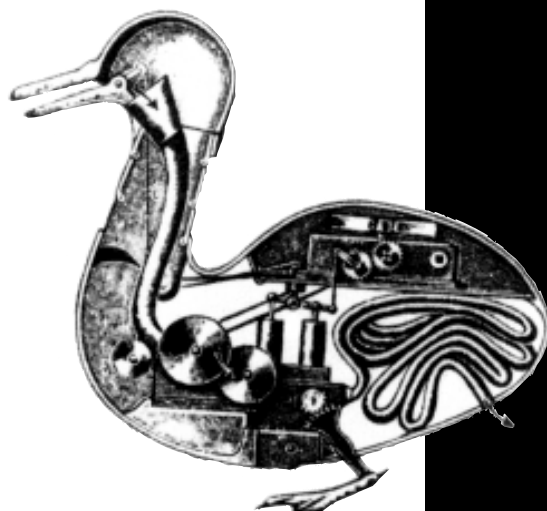
*Нет ничего полезнее вредного,
потому что от него
получаешь удовольствие.*

А.Астрин



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Франца фон Штукка «Диссонанс».
Любой диссонанс может привести к столкновению.
Как физики изучают такие события читайте
в статье «Большое столкновение».*





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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

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

Редакторы и обозреватели

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

Технические рисунки

Р. Г. Бикмухаметова

Агентство ИнформНаука

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

Подписано в печать 6.3.2008

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(495) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

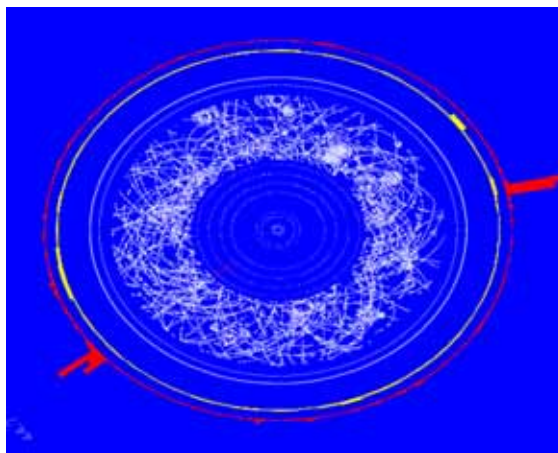
Ищите нас в интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



8

Физики были бы рады,
если бы трехмерный мир
оказался скатанным
в рулон нанометрового
диаметра.



28

Алюминий в середине
позапрошлого века считался
ювелирным металлом.

Химия и жизнь



38

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

А. Мотыляев

БОЛЬШОЕ СТОЛКНОВЕНИЕ 4

П. Данилов

РУССКИЕ ТРУБЫ ДЛЯ ЦЕРНА 6

С. М. Комаров

ЛОВУШКА ФИЗИКОВ — XXI 8

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ЦЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ С ДШЕВЫМ ГЕНОМОМ 14

РЕСУРСЫ

В. Г. Минеев, Т. Н. Болышева

В ЗАЩИТУ НИТРАТОВ И ФОСФАТОВ 20

ДИСКУССИИ

О. В. Тарханов

ПЛОДОРОДИЕ БЕЗ ГУМУСА И УДОБРЕНИЙ 24

РАДОСТИ ЖИЗНИ

Л. Хатуль

ЮВЕЛИРНЫЕ МЕТАЛЛЫ 28

ТЕХНОЛОГИИ

Генрих Эрлих

НАНОТЕХНОЛОГИИ КАК НАЦИОНАЛЬНАЯ ИДЕЯ 32

Л. Стрельникова

НАНО ПО-АМЕРИКАНСКИ 38

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

О. И. Резникова, В. В. Вельков

ИХЭД — ЛАБОРАТОРИЯ В САКВОЯЖЕ 43

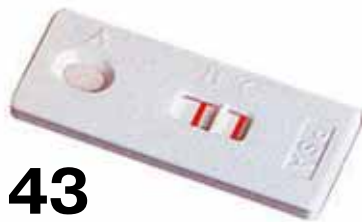
ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Кейт Уорден

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕМОНТА ЧЕЛОВЕКА. 46



В Университете Калифорнии построили целый институт для нанотехнологов.



43

Полоска для экспресс-теста и специальный прибор позволяют делать дома анализы, которые раньше выполнялись только в лаборатории.



54

Затраты энергии на освещение можно снизить, заменив лампочки световыми трубами.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

А.Е.Шейндлин

АЛЮМОВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА 50

ТЕХНОЛОГИИ

С.Алексеев

УСТРОЙСТВА АЛЮМОВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ..... 53

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

М.Литвинов

ЭНЕРГИЯ ПОРЦИОННО. 54

ИНФОРМНАУКА

БОГАТСТВО И БЕДНОСТЬ ПО-РУССКИ 58

ФИГУРЫНА АТОМНЫХ ВЕСАХ 58

Q10 ПРОТИВ ИНФАРКТА МИОКАРДА 59

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Н.А.Паравян

С КЕМ ПОВЕДЕШЬСЯ. 60

ФАНТАСТИКА

Елена Клещенко

СЕРОЕ ПЕРЫШКО 62

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

СЛИВОЧНОЕ МАСЛО 68

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

Е.Котина

ЧТО ЗНАЧИТ БЫТЬ ЖЕНЩИНОЙ 72

ИНФОРМАЦИЯ 41, 42, 61,67

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 18

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

ПИШУТ, ЧТО... 70

ПЕРЕПИСКА 72

В номере

14

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Академик РАН Е.Д.Свердлов: «Настоящая политкорректность, на мой взгляд, заключается не в том, чтобы объявить: «Все люди равны» и любое сомнение в этом тезисе карать как расизм... Проблема в том, чтобы установить факты: есть ли различия между расами, и если да, то в чем они состоят и как нам с этим жить».

20

РЕСУРСЫ

Существует распространенное мнение, будто в землю не обязательно добавлять минеральные удобрения, а самое экологичное и правильное — это только натуральная органика, например навоз. Однако времена, когда это было возможно, давно ушли в прошлое.

32

ТЕХНОЛОГИИ

Нанотехнологическая революция, о которой говорят с трибун, базируется на нанонауке, в которой нет ничего революционного. Это, в терминах Т.Куна, «нормальная» наука, и отношение ученых к ней нормальное. Власти через какое-то время поймут, что манипулирование атомами не принесит дивидендов, и закроют краник. Но наука продолжит свое развитие, и атомами будут манипулировать с тем же усердием.

46

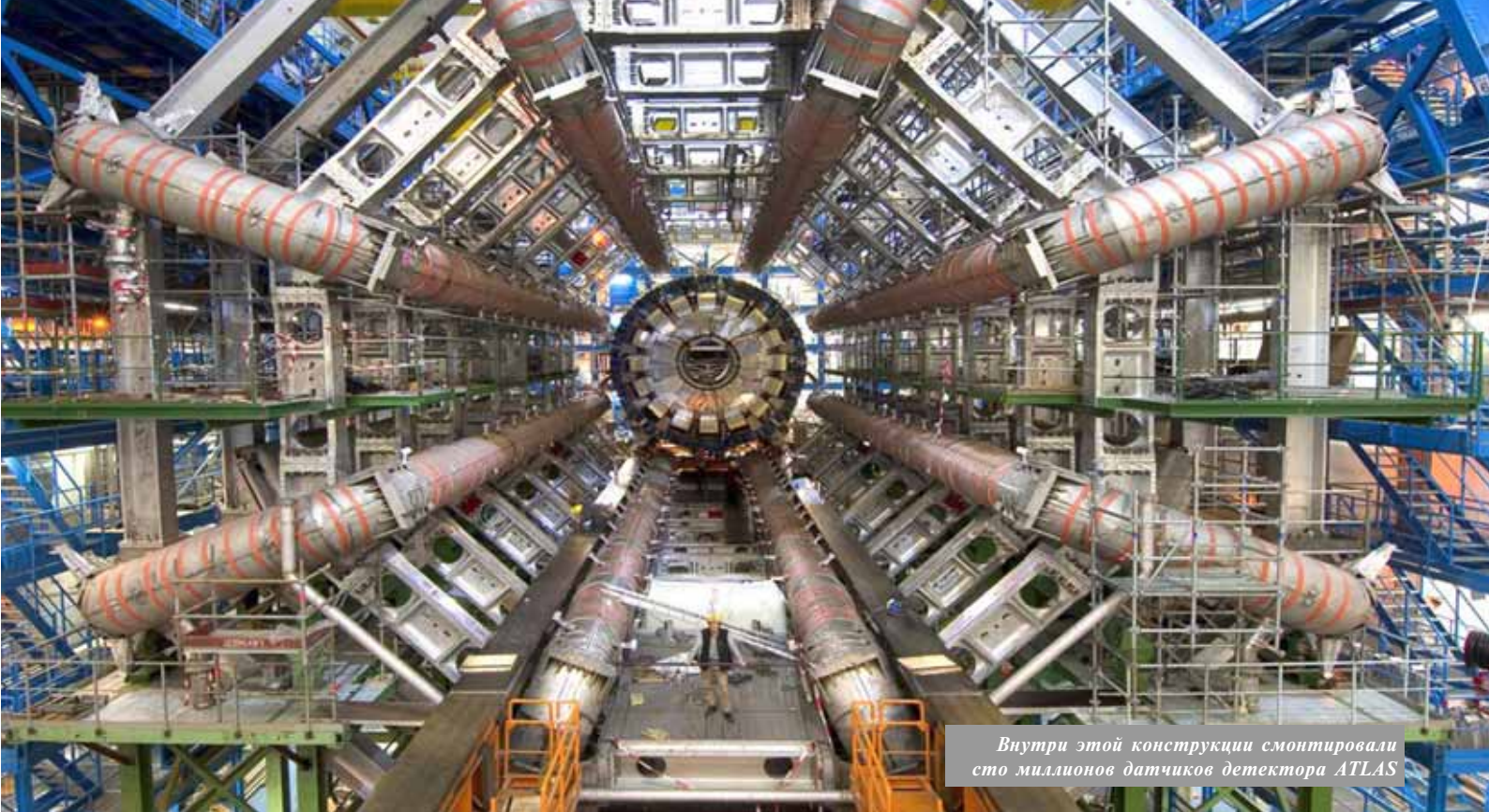
ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Материал для искусственной кости или сосуда должен быть биосовместимым, безвредным и обладать подходящими механическими свойствами. А в идеале — он еще и должен реагировать на изменяющиеся условия так или приблизительно так, как это делает живая ткань...

58

ИНФОРМНАУКА

Про белковые фибриллы на атомных весах, про новое средство против инфаркта и про то, что думают россияне о богачах и бедняках.



Внутри этой конструкции смонтировали сто миллионов датчиков детектора ATLAS

Большое столкновение

В апреле этого года (с опозданием на четыре месяца) под Женевой будет запущен Большой адронный коллайдер. Этого события физики всего мира ждали почти десятилетие. В коллайдере будут сталкиваться адроны: либо в виде голых протонов, либо в виде ядер свинца. Энергия столкновения составит рекордные 14 ТэВ на один протон. Это в миллионы раз больше, чем при термоядерном синтезе и, согласно расчетам, ее вполне достаточно для того, чтобы проверить, правильно ли физики представляют себе устройство нашего мира. Большой адронный коллайдер — самый большой прибор в мире. Длина окружности его тоннеля — 28 км. Сверхпроводящие магниты, которые управляют разгоном частиц сначала охладят с помощью 10 тысяч тонн жидкого азота, а потом 60 тонн жидкого гелия. Суммарный вес детекторов превысил 24 тысячи тонн.

Когда две частицы, разогнанные в канале ускорителя-коллайдера, сталкиваются, вся их огромная кинетическая энергия должна во что-то превратиться. В Большом адронном коллайдере энергия столкновения адронов пойдет на разогрев содержащихся внутри них кварков и глюонов и на разрыв связей между ними.

Оказавшись на свободе, и кварк, и глюон далеко улететь не смогут, а претерпят фрагментацию, породив струи частиц, таким образом замыкая круг превращения.

Масса частиц при столкновениях не сохраняется, а, наоборот, фактически берется из ниоткуда, что и придает этому разделу физики особую

специфику. Дело в том, что эта масса будет зависеть от величины кинетической энергии исходных частиц в соответствии с формулой Эйнштейна $E=mc^2$, то есть $m=E/c^2$. Чем большую скорость наберут частицы до столкновения, тем более тяжелые частицы они могут породить. Поскольку при столкновении адрон распадается на несколько составных частей, энергия каждой из них будет примерно в десять раз меньше, чем энергия столкновения. Отсюда следует: чтобы породить частицы с массой в сотни ГэВ (а это масса наиболее интересных для современных физиков частиц), требуется разогнать те же протоны до энергии в ТэВ.

В конце концов все частицы, образовавшиеся, в коллайдере превраща-



Поперечное сечение детектора в том месте, где столкнулись протоны. Частица каждого типа, затормозившись в своем слое породила вспышку, которую фиксируют датчики



Все фото CERN



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ются в ограниченное число более-менее стабильных заряженных (электрон, мюон, мезоны, протон) или незаряженных (гамма-квант, нейтрино, нейтрон) частиц и античастиц. Под словом «стабильные» имеется в виду, что частица живет достаточно долго, чтобы пролететь сквозь детектор. Затем восстанавливается весь каскад реакций. Для этого надо знать массу получившихся частиц, их энергию, моменты количества движения и угол между траекториями, а также типы частиц-продуктов.

В Большом адронном коллайдере установлено четыре гигантских детектора. Это ATLAS — Тороидальный аппарат Большого адронного коллайдера, CMS — Компактный мюонный соленоид, ALICE — Большой эксперимент по столкновению ионов и LHCb — В-физика на Большом адронном коллайдере. Они различаются своим устройством, но принцип работы одинаков. Главное — не потерять ни одной частицы. Поэтому нужно максимально окружить датчиками все направления их разлета. В первых трех детекторах будут ловить частицы, которые летят поперек движения протонов или ядер свинца, а в последнем — вдоль движения.

Проверка кристаллов вольфрамата свинца

Установка сверхпроводящих магнитов для CMS



Чтобы поймать все частицы—продукты столкновения, детектор содержит несколько слоев. Внутренний предназначен для того, чтобы избежать сильного рассеяния разлетающихся частиц друг на друга. В нем в электромагнитном поле расходятся частицы, обладающие электрическим зарядом или магнитными свойствами. В следующем слое гамма-кванты и электроны поглощаются и порождают ливни излучения. Далее следует адронный калориметр. Он ловит нейтроны, протоны и мезоны. Наибольшая проникающая способность у мюонов, поскольку они раз в сто тяжелее электронов. Для них устроен специальный внешний мюонный детектор. Нейтрино с веществом не взаимодействуют, и об их рождении судят, вычитая энергию всех собранных в детекторе частиц из энергии той частицы, которая их породила.

Внутренние слои детекторов состоят из кристаллов, которые дают вспышку при попадании в них энергичной частицы. Например, в компактном соленоиде слой, который ловит кванты высокой энергии и быстрые электроны, создали из вольфрамата свинца. Всего понадобилось расположить 80 тысяч монокристаллов, сделанных к тому же в форме усеченной пирамиды — ведь детектор имеет кольцевую форму, и это кольцо надо плотно заполнить веществом, чтобы ничто не потерялось. В детекторе ALICE число монокристаллов вольфрамата в четыре раза меньше. И те и другие кристаллы вырастили в России, на Богородицком заводе под Тулой и на заводе «Северная звезда» в Апатитах, который специально реанимировали под решение задачи для ЦЕРНа («Химия и жизнь», 2007, №1).

Столкновения в одном и том же месте коллайдера будут следовать каждые 25 нс. Именно за это время все части детектора должны прийти в исходное состояние и быть готовыми фиксировать новое событие. Результаты измерений 10^9 событий в секунду надо где-то хранить. Для этого придумана хитрая электронная схема, состоящая из огромной памяти и 1000 процессоров. Они решают, имеет смысл сохранить событие или нет. На каждое событие приходится примерно один мегабайт данных. Поэтому в год получается 10^9 Мб данных. Это как миллион дисков. Для их обработки создана грид-сеть по всему миру.

Так выглядит вход в детектор LHCb. Протоны будут сталкиваться примерно там, где стоят монтажники



А. Мотыляев

Русские трубы для ЦЕРНа

С точки зрения инженера, В-физика или физика частиц, обладающих прелестью выглядит прозаично. При столкновении адронов пара из прелестных b- и анти-b-кварков вылетает не поперек, а вдоль направления движения сталкивающихся частиц, расходясь при этом под небольшим углом. Поэтому всевозможные продукты их фрагментации или соединения, обладающие запахом прелести, следует ловить не по бокам от канала, как обычно, а впереди. Где же ставить детектор? Потоки быстрых протонов несутся по трубе, в которой поддерживается высокий вакуум, сравнимый с разрежением в космическом пространстве. В самом канале детектор не поставишь. Покидая же трубу, частица может столкнуться как с ее стенкой, так и с окружающим воздухом и в результате потеряться. Значит, нужно сделать так, чтобы она как можно дольше летела в защищенном канале, а покинув его, сразу оказалась бы в детекторе. Для этого трубу, в которой летят продукты реакции, нужно сделать не цилиндрической, а конической. Материал

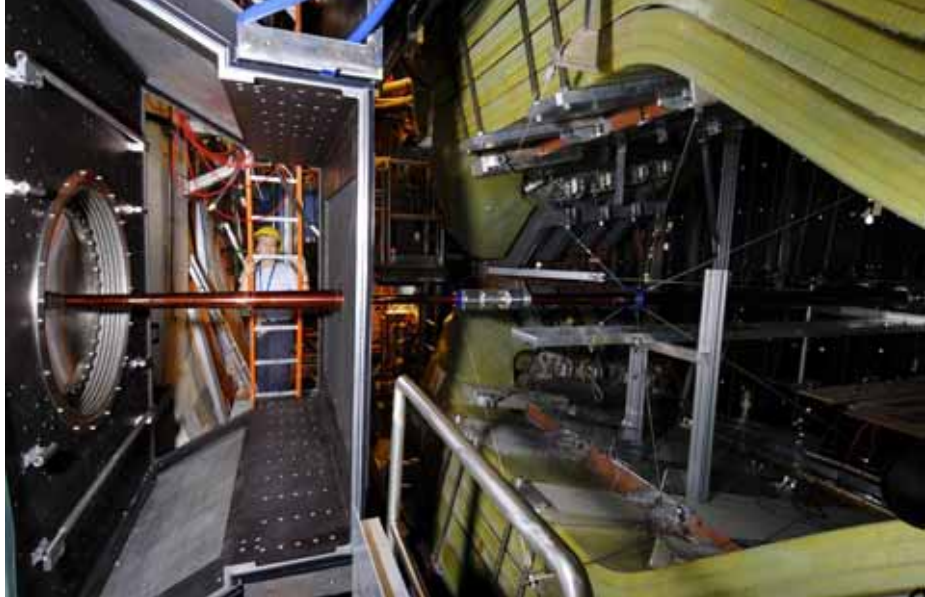


Фото CERN

же следует подобрать такой, чтобы при столкновении с его стенкой рождалось как можно меньше ложных продуктов, которые потом, при анализе экспериментальных данных, надо отсеивать. Лучшим материалом для такой трубы оказывается четвертый элемент Периодической системы Д.И.Менделеева – бериллий.

Бериллий – один из тех элементов, без которых невозможны высокие технологии. Этот легчайший из металлов может служить конструкционным материалом: в отличие от первых трех – водорода, гелия и лития – он плавится при нагреве за тысячу градусов и обладает немалой химической стойкостью. Кроме того, это чрезвычайно жесткое вещество, его модуль упругости, то есть способность изгибаться под нагрузкой, в полтора раза больше, чем у стали, а вес – в четыре раза меньше. Понятно, что такое сочетание просто незаменимо для космоса. И действительно, из бериллия и его сплавов с самого начала

Шедевр отечественных материаловедов – коническая бериллиевая труба после установки в детекторе LHCb

космонавтики делали платформы спутников и зеркала космических телескопов. Более деликатное применение этого металла основано на его способности замедлять и отражать нейтроны: он незаменим при создании компактных, в том числе исследовательских, ядерных реакторов. Зато для электромагнитных излучений бериллий совершенно прозрачен – окна из бериллиевой фольги для вывода рентгеновского излучения из источника хорошо известны специалистам. Это обстоятельство и привлекло к нему внимание конструкторов Большого адронного коллайдера. Расчеты показали, что, во-первых, именно стенки трубы служат главным источником фона, который будет возникать в результате эксперимента. А во-вторых, при использовании бериллиевой трубы этот уровень оказывается минимальным из возможного – не намного больше, чем у воздуха при нормальном давлении.

Однако где же взять этот экзотический материал и кто умеет делать из него конические трубы? Причем длина труб должна быть от 2 до 6 метров, а толщина стенки – от 1,4 до 2,4 мм. Справиться с такой задачей сумели ученые из расположенного в подмосковном наукограде Королеве ОАО «Композит».

«Несмотря на тяжелейшие условия девяностых годов, нам удалось сохранить базовую инфраструктуру и ведущих специалистов, которые умеют работать с бериллием, – рассказывает руководитель работы доктор технических наук, профессор Е.В.Выговский. – В то же время мы неустанно пропагандировали достижения института во всем мире. И это дало результат: мы выиграли чрезвычайно важный тендер на создание труб для ЦЕРНа».

Фото ОАО «Композит»



Доктор технических наук Е.В.Выговский и ведущий специалист Л.С.Гитарский с легкостью держат бериллиевую трубу, готовую к отправке в Женеву

Бериллиевые трубы — именно такие изделия, которые всегда удавались советским ученым, занятым созданием космической техники, — штучные, в лучшем случае выполненные малыми партиями. Тогда к каждому можно подобрать индивидуальный подход. «Чтобы сделать идеально прямую трубу столь сложной формы — длинную, коническую, да еще со стенкой переменной толщины, пришлось придумать новые технологии сварки и механической обработки. Например, в буквальном смысле слова вылизать каждый сварной шов, проверить каждый его миллиметр на наличие микроскопических течей и, если что-то окажется не в порядке, быстро переделать работу», — рассказывает участник работы, кандидат технических наук В.С.Сизенев.

Не с первого раза нашим ученым удалось справиться с этим труднейшим заданием. Но в конце концов трубы были сделаны. Самая большая из них, шестиметровая, весила невероятно мало, всего семь килограмм. Трубы подвесили на растяжках в специальных контейнерах и отправили в Женеву. Там их проверили на способность держать высокий вакуум, после чего встроили в общий многокилометровый трубопровод быстрых частиц. «Одной из труднейших задач было протянуть шестиметровую трубу через детектор длиной 2,4 метра и не повредить ее. Ведь зазор между трубой и стенками отверстия в детекторе не превышал четырех сантиметров. Мы были вынуждены построить специальную систему опор, благодаря которой монтаж прошел успешно», — вспоминает инженер проекта LHCb Делио Рамос. Затем всю систему откачали до состояния глубокого вакуума и заполнили под атмосферным давлением чистейшим неоном. «Бериллиевые трубы весьма хрупки. Даже незначительная разница давления снаружи и внутри может повредить их тонкие стенки. С помощью неона мы законсервировали установку. После окончания монтажа этот неон будет откачан», — рассказывает одна из участниц проекта Адриана Росси.

Создание уникальных бериллиевых труб для одного из детекторов Большого адронного коллайдера — лишь один из примеров участия отечественных ученых в этом международном проекте. Две другие большие работы, стоимостью в миллионы евро — кристаллы вольфрамата свинца и созданные в Новосибирске сверхпроводящие магниты. Да и сами конструкции детекторов не обошлись без задела, созданного советскими физиками.

П.Данилов

Стандартная модель

Теорию, которая описывает основу нашего мира, а именно устройство элементарных частиц, называют Стандартной моделью. Подробно о ней мы рассказывали не раз. Вкратце напомним суть. Вещество в основном состоит из барионов. Это одна из разновидностей адронов, частиц, способных участвовать в сильных взаимодействиях. Стабильные барионы — это протон и нейтрон. Воедино в ядре атома их соединяют другие условно стабильные адроны — пи- и К-мезоны. Их время жизни не очень велико, но и не исчезающе мало. Кроме того, открыто более трех сотен нестабильных адронов. Все они получаются при столкновении частиц в ускорителях-коллайдерах. Теоретики же предполагают наличие еще и пентакварков, глюолов, димезонов и дибарионов, суть которых ясна из названий.

Адроны — составные частицы. Они построены из элементарных кирпичиков — кварков, которые бывают валентными и морскими. Например, барионы состоят из трех валентных кварков, а мезон — из кварка и антикварка. Кроме того, в них имеется множество пар «кварк-антикварк», которые образуют своеобразное море частиц внутри адрона. Кварки бывают шести разновидностей, или запахов: вверх (up), вниз (down), странный (strange), очарованный (charm), прелестный (beauty) и правдивый (truth). В каждом запахе имеется по три цвета. Во время реакций с участием кварков суммарный цвет и запах частиц должны сохраняться примерно так, как сохраняется электрический заряд.

Кварки связаны воедино с помощью глюонов, имя которых происходит от английского слова «glue» — клей. Это слово как нельзя лучше отражает суть связи между кварками: внутри адрона они располагаются достаточно свободно, однако стоит кварку попытаться освободиться от соседей, как его начинает притягивать нечто вроде резинки. Если же внешне усилие оказывается чрезмерно большим, резинка разрывается и накопленная ею энергия «растяжения» приводит к рождению новых частиц. В результате адрон при столкновении с другим адроном может породить множество частиц, которых в нем изначально не было и масса которых много больше исходной массы адрона. Всего теоретики насчитали восемь глюонов: шесть из них участвуют во взаимодействиях, где цвет кварков меняется, а два цвет не меняют. Адрон не обладает свойством цвета, однако состоит из цветных кварков. Достигается это тем, что в случае мезона цвета двух кварков гасят друг друга, а в случае бариона три цвета кварка дают белый цвет.

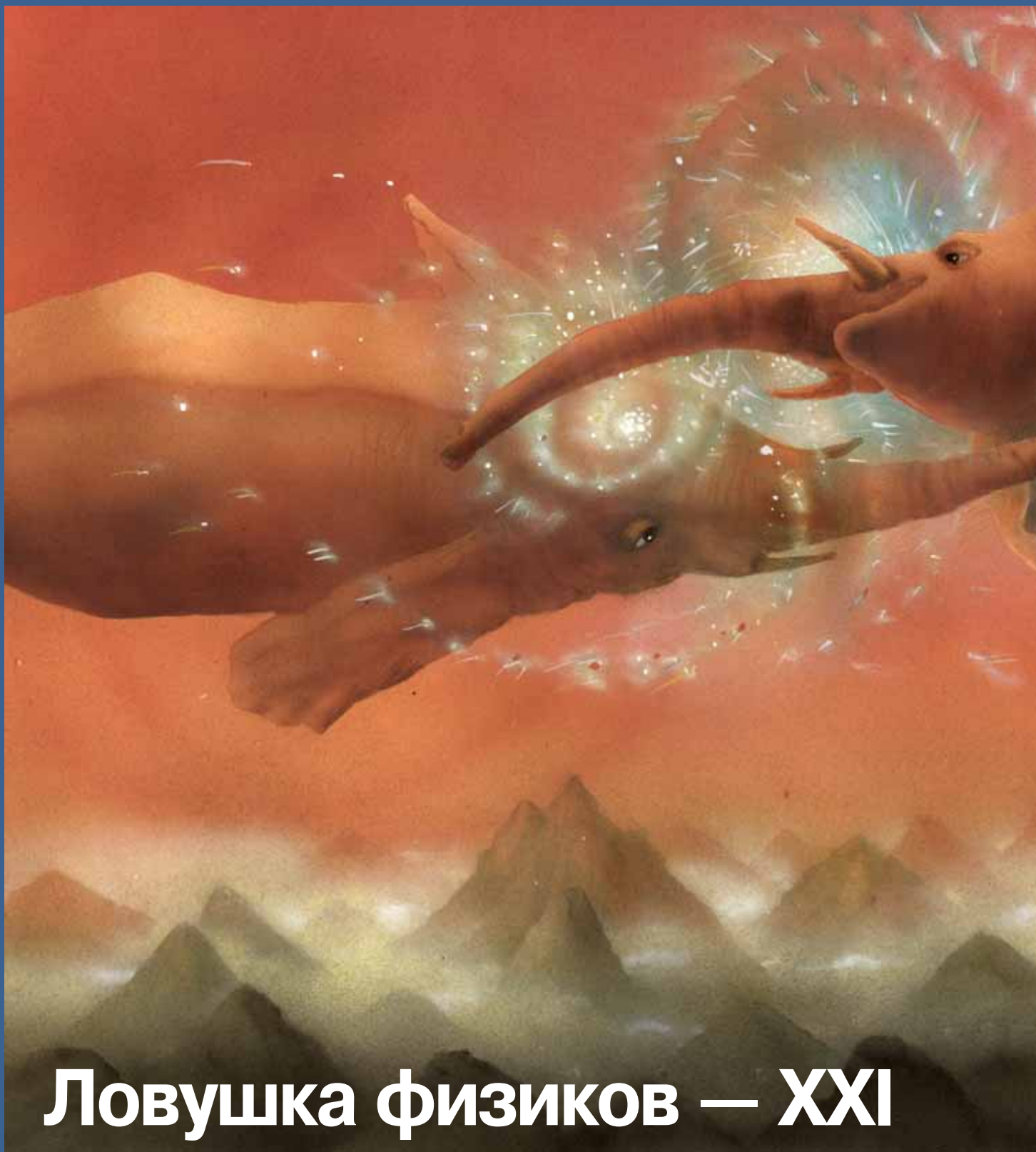


Основные элементарные частицы нашего мира (слева) и их суперсимметричные тени (справа)

Вторая группа элементарных частиц — шесть лептонов, то есть частиц, не способных к сильным взаимодействиям: электрон, мюон, тау-лептон и три нейтрино. Эти частицы ни из чего не состоят, а то, что их число совпадает с общим числом запахов кварков, представляется физикам очень красивым, симметричным явлением, поэтому они считают, что других лептонов или кварков не предвидится. Кстати, тяжелый тау-лептон и тау-нейтрино стали искать именно потому, что после открытия прелестного кварка число лептонов перестало совпадать с числом кварков.

Третья группа — бозоны, переносчики взаимодействия. Самый известный из них — квант электромагнитного взаимодействия, фотон, γ -квант обладающий нулевой массой покоя. Нет массы и у глюонов. Слабое взаимодействие переносит нейтральный Z-бозон и два заряженных W-бозона. Их массы покоя не просто отличны от нуля, но и весьма велики, порядка 100 ГэВ. Особняком стоит не найденный пока гравитон — переносчик гравитационного взаимодействия, которое, впрочем, и не описывается Стандартной моделью. И совсем уж в стороне расположен бозон Хиггса. Почему они названы бозонами?

Потому, что все частицы делятся на фермионы и бозоны. Первые подчиняются статистике Ферми—Дирака, и на них распространяется принцип запрета Паули: они не могут находиться одновременно в одном и том же месте в одном и том же состоянии. Лептоны и барионы принадлежат к числу фермионов. Именно из-за запрета Паули электроны располагаются на разных орбиталях в атомах и на разных энергетических уровнях в твердых телах, обеспечивая их физические и химические свойства. Бозоны же подчиняются статистике Бозе—Эйнштейна, то есть в одном состоянии может находиться бесчисленное количество бозонов. Типичный пример — конденсат Бозе—Эйнштейна, когда множество сверххолодных атомов ведут себя подобно единой частице.



Ловушка физиков — XXI

Кандидат
физико-математических наук

С.М.Комаров

Где собираются восемнадцать, там появляется девятнадцатый. Почему так? Почему все места разные, хотя между ними нет никакого расстояния? Звезды — холодные, почему?

Роберт Шекли. Верный вопрос

Эксперименты, которые пройдут на Большом адронном коллайдере должны ответить на пять фундаментальных вопросов, волнующих современных физиков. Вопросы эти таковы: что есть масса? существуют ли в нашем мире скрытые пространственные измерения и суперсимметрия частиц? что собой представляет темная материя? почему наш мир состоит из вещества и в нем совсем нет антивещества? что было, когда во Вселенной еще не было вещества?



Художник Ю.Гукова

Материал подготовлен на основании доклада Карла Якобса, летняя школа в ЦЕРНе, 2006, и Роджера Форти, летняя школа в Сан-Паулу, 2007.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ускорителя, многие научные репутации будут безнадежно испорчены, и на горизонте возникнет мрачный призрак эфира, казалось бы надежно заговоренный в начале прошлого века.

Чтобы этого избежать, надо тщательно спланировать эксперименты. Как это будет сделано?

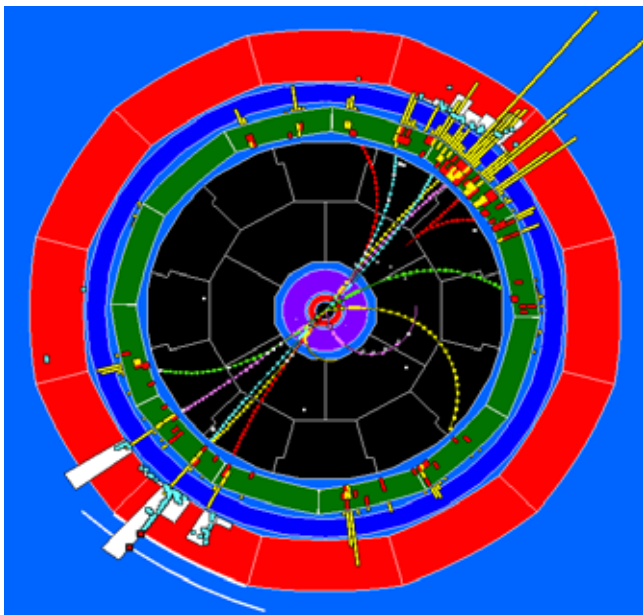
Создание массы

Бозон Хиггса играет во всей Стандартной модели чрезвычайно важную роль. Он считается квантом поля Хиггса. А это поле есть не что иное, как то, что придает всему существу, прежде всего элементарным частицам, массу. Гипотезу о его существовании шотландский физик Питер Хиггс выдвинул в 1964 году. Согласно ей, масса возникает как результат взаимодействия частицы с полем Хиггса. Образно говоря, оно налипает на частицу, как грязь на ботинок. Причем на каждую частицу поле налипает по-своему. Почему так получается, физики сказать не могут. Более того, прежде чем всерьез рассуждать на эту тему, хорошо бы, во-первых, убедиться, что гипотеза верна, а во-вторых, узнать какие-то характеристики этого поля. Одной из главных характеристик как раз и считаются свойства бозона Хиггса, а именно его энергия, время жизни, обстоятельства рождения и тот набор частиц, который получают при его распаде. Ищут этот краеугольный бозон давно, и, согласно накопленной статистике, его масса лежит в пределах от 110 до 250 ГэВ. А значит, заявленная для Большого адронного коллайдера энергия столкновения должна обеспечить рождение бозона Хиггса.

Считается, что бозон Хиггса может получаться несколькими способами, например слиянием двух глюонов, слиянием двух Z- или W-бозонов или как побочный результат рождения одного из этих бозонов. В зависимости от обстоятельств, его рождение может сопровождаться струями других частиц, а может и не сопровождаться. Эти струи проявляют себя в виде сильного свечения, которое одновременно возникает примерно в противоположных сторонах детектора, причем в различных его слоях. Распадаться же бозон Хиггса тоже может по-разному. Если он тяжелый, то в конце концов из него получатся два мюона и два антимюона. Если легкий — то прелестный и антипрелестный кварки, которые в результате фрагментации породят струи. Однако самым лучшим способом поиска бозона Хиггса считается реакция распада на два гамма-кванта, которые разлетаются в противоположных направлениях. Эта реакция случается весьма редко, зато ее ни с чем невозможно спутать, а измерить энергию, то есть массу бозона Хиггса, удастся точно.

Намеки на открытие бозонов Хиггса появились совсем незадолго до начала перестройки коллайдера в ЦЕРНе. Раньше в том же тоннеле сталкивались электроны и позитроны. Типичное событие при таком столкновении

Ответы на эти вопросы судьбоносны для физики. С одной стороны, если удастся подтвердить нынешнюю концепцию возникновения массы на основе поля Хиггса, найти суперсимметричные частицы или дополнительные измерения, умозрительные представления превратятся в прочные теории и послужат основой для дальнейшего движения в направлении, заданном работами Эйнштейна. В случае неудачи физиков ждут тяжелые времена: никто не даст денег на строительство более мощного



Так выглядел типичный результат столкновения электрона и позитрона в старом коллайдере ЦЕРНа во время эксперимента ALEPH. В центре произошло столкновение и родился Z-бозон. Он тут же распался на два кварка, полетевших в противоположных направлениях. Они вызвали каскад рождений и распада других частиц, при этом заряженные частицы под действием полей в канале ускорителя полетели по спиральям, а кванты излучения и незаряженные частицы — прямо. В зависимости от энергии они затормозились в разных слоях детектора, породив соответствующие вспышки. Посчитав энергию этих вспышек и их число, удастся узнать, какова была масса исходного Z-бозона и порожденных им кварков

— рождение Z-бозона, который затем распадается на кварк и антикварк. Эти кварки разлетаются в противоположных направлениях и порождают две струи. Как раз накануне начала стройки удалось повысить энергию сталкивающихся частиц и получить три события с более сложными следами в виде четырех струй. Считается, что такие картинки могли возникнуть, если при столкновении родилась пара из Z-бозона и бозона Хиггса, которые распались каждый на свою пару кварков, причем кварки эти — разные. К сожалению, достаточную статистику набрать не удалось, хотя работу ускорителя и продлили на несколько месяцев: число событий так и осталось равным трем. Поэтому волнующее всех физиков действие прервалось на самом интересном месте, и пауза длится почти десятилетие: в общем-то, пока в мире нет ускорителей, в которых такие события случаются достаточно часто.

Суперсимметрия Хиггсов

С бозонами Хиггса тесно связана и задача поиска суперсимметричных частиц. Они появляются в следующей за Стандартной моделью теории, под названием теория суперструн. Согласно ее выводам, у нашего мира есть нечто похожее на обратную сторону: у каждой элементарной частицы имеется так называемый суперсимметричный партнер. Он выполняет те же функции, что и нормальный партнер, да вот только принадлежит к противоположной статистике: нормальному бозону соответствует суперсимметричный фермион, а фермиону — бозон. Этот подход не только позволяет навести видимость суперпорядка (в самом деле, почему все кванты полей бозоны, а частицы вещества — фермионы?), но и осуществить Великое объединение, а именно вывести из единого корня три из четырех известных физикам взаимодействий: электромагнитное, слабое и сильное.

Напомним, что единство электрического и магнитного взаимодействий в XIX веке своими изящными уравнениями доказал Максвелл. Следующее взаимодействие — слабое, в нем участвуют все элементарные частицы. Оно гораздо слабее электромагнитного и проявляется на расстоянии примерно в тысячу раз меньше диаметра ядра атома (а диаметр ядра атома, в свою очередь, примерно в тысячу раз меньше радиуса самой ближней к нему орбитали). Однако именно оно ответственно за распады элементарных частиц или взаимодействие ней-

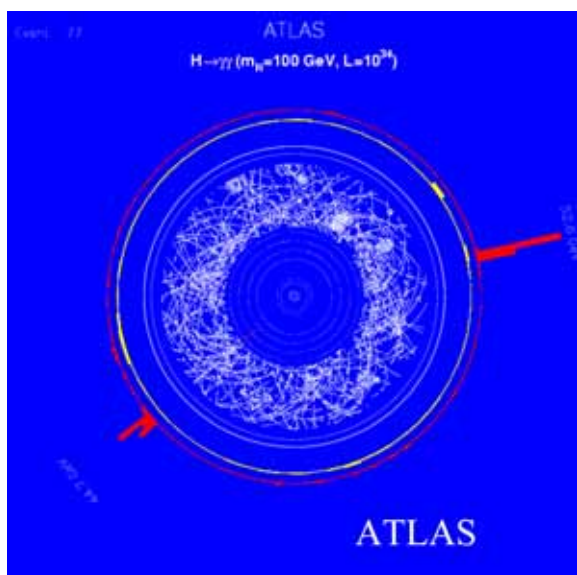
трино с веществом. Как установили в семидесятые годы XX века, единство электромагнитного и слабого взаимодействий проявляется, если энергия взаимодействующих частиц превышает сотни ГэВ, и такое состояние материи наблюдалось в первые 10^{-11} секунды после Большого взрыва. Считается, что потом возникло поле Хиггса, у бозонов, переносящих слабое взаимодействие, появилась масса, у фотона массы не возникло и с тех пор электрослабое взаимодействие проявляет себя в виде двух сил.

Расчет по Стандартной модели показывает, что сильное взаимодействие может объединиться либо только с электромагнитным, либо только со слабым. Если учесть, что электрослабое взаимодействие представляет собой единую силу — ни с одним из них. А правильно подобрав суперсимметричные поправки, удается объединить все три в одной точке: при энергии более 10^{14} ГэВ, то есть в течение первых 10^{-35} секунд с момента Большого взрыва.

Так вот, чтобы у физиков сошлись концы с концами, масса суперсимметричных частиц должна быть очень велика, в пределах 100—1000 ГэВ. Следовательно, легчайшие из них вполне можно обнаружить во время экспериментов на Большом адронном коллайдере (вспомним уже прозвучавшее в начале статьи значение 100 ГэВ как характерное значение энергий в нем).

В частности, вместо одного бозона Хиггса получается целых пять суперсимметричных бозонов: три нейтральных и два заряженных. Наличие такого разнообразия дает физикам очень широкие возможности для трактовки экспериментов, поскольку каждый из этих бозонов должен распадаться разными способами. Считается, что с параметрами, которые запланированы для Большого адронного коллайдера, есть шанс найти все пять суперсимметричных бозонов Хиггса, если они, конечно, существуют.

Кроме суперсимметричных бозонов Хиггса могут образоваться и какие-то другие суперсимметричные частицы, каждая из которых должна оставить свои следы, хотя до сих пор ни одного намека на такие следы заметить не удалось. Самая интересная для физиков частица — легчайшее нейтралито, аналог хорошо известного нейтрино. Считается, что это, во-первых, стабильная частица. Во-вторых, она способна к слабому взаимодействию, то есть хоть изредка, но взаимодействует с веществом. А в-третьих, ее масса велика. Поэтому если во время проведения опыта физики недосчитаются сотни-другой гигаэлектронвольт, то возникнут подозрения, что недостающую энергию унесло с собой не замеченное детекторами нейтралито. И за ним начнется настоящая охота. Причина такого интереса в том, что именно нейтралито считают самым лучшим кандидатом на роль темной материи: очень тяжелая, в сотню тысяч раз тяжелее протона, стабильная частица, которая взаимодействует с веществом, в общем, только гравитационно и, подчиняясь статистике Бозе—Эйнштейна, способна вместе с

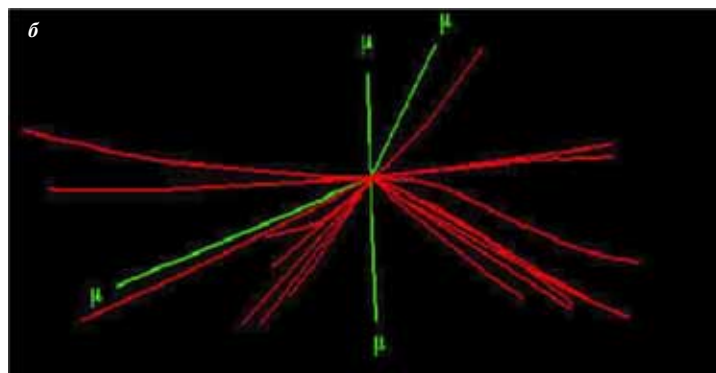
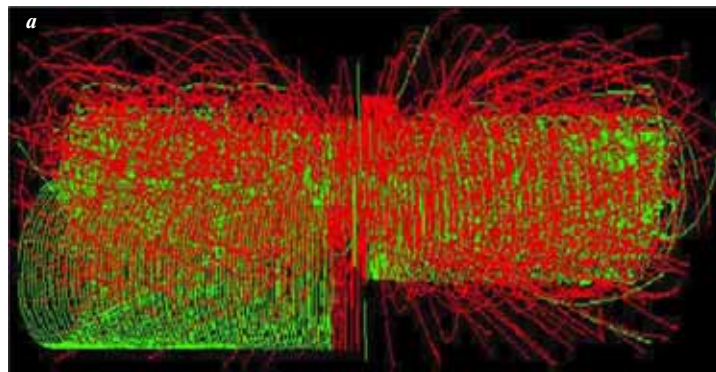


Как показывает расчет, если бозон Хиггса распадется на два гамма-кванта, детектор ATLASa даст такую картинку



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В экспериментах на Большом адронном коллайдере будет получаться много частиц (а). Однако, убрав следы тех из них, которые легче выделить след распада бозона Хиггса в виде четырех мюонов (б)



себе подобными собираться в облака. Это очень похоже на обнаруженные астрономами свойства темной материи. Потому-то, доказав существование нейтралино, физики смогут вздохнуть с облегчением и сосредоточиться на изучении другой таинственной субстанции — темной энергии.

Вопрос о четности

Согласно физическому поверью, наш мир симметричен. В частности, у каждой частицы есть своя античастица — точно такая же, но обладающая иным зарядом, либо электрическим, либо барионным (должен же антинейтрон чем-то отличаться от нейтрона), либо еще каким. Кроме того, при отражении в зеркале свойства частицы меняться не должны. Именно благодаря этому поверью удалось построить саму Стандартную модель: поиск недостающих для полной симметрии частиц и привел в конце концов к идее, что все адроны построены из шести разноцветных кварков и что лептонов тоже шесть (см. «Химию и жизнь», 1991, № 4). Однако в этой идиллической картине есть огромный изъян: его размер в точности равен размеру Вселенной, которой, в общем-то, не должно существовать.

Во всяком случае, она не может быть наполнена веществом: в первые мгновения после Большого взрыва, когда возникало вещество, его должно было образоваться ровно столько же, сколько и антивещества. И они должны были друг с другом проаннигилировать, наполнив Вселенную чистым светом. Однако этого не произошло: небольшое количество вещества выжило. Сейчас оно составляет 10^{-10} долю от числа квантов излучения.

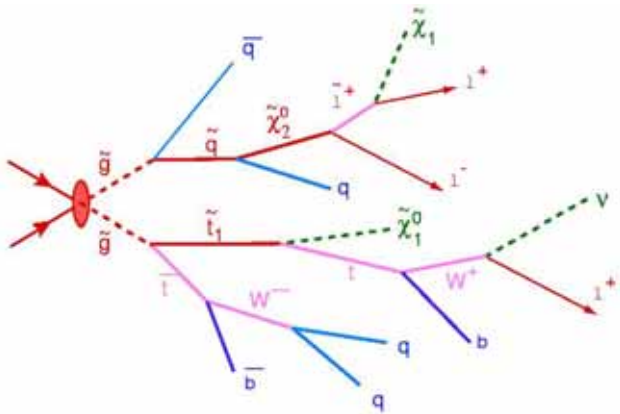
Чтобы выправить изъян, А.Д.Сахаров в 1967 году предложил гипотезу, согласно которой на Вселенную накладываются три условия. Во-первых, протоны должны быть стабильными. Оно и понятно — из чего бы состояло вещество, если все протоны распались? Во-вторых, в самом начале развития Вселенной должна быть инфляция — очень быстрое расширение, чтобы частицы вещества и антивещества, имеющие равные массы, не смогли объединиться в нейтральные пары с однородной плотностью. А в-третьих, должно существовать взаимодей-

ствие, нарушающее симметрию замены частицы на античастицу, что и приводит к нарушению первоначальной симметрии вещества и антивещества.

Впервые изменение свойств частиц при их отражении в зеркале, то есть нарушение пространственной симметрии, американские физики обнаружили в 1957 году: при распаде пи-мезона на мюон и нейтрино, а антипи-мезона на антимюон и антинейтрино все нейтрино получают с вращением влево относительно направления своего спина, а антинейтрино — только вправо. Положение спасло предположение, что сохраняется пара заряд—четность: в зеркале левовращающееся нейтрино должно увидеть в качестве своего изображения антинейтрино с правым вращением. Причиной нарушения симметрии было сочтено слабое взаимодействие.

Спустя семь лет оказалось, что и этот инвариант нарушается при распаде частиц с участием слабого взаимодействия. Так, превращение К-мезона в тройку антипи-мезон, антиэлектрон и нейтрино и в тройку пи-мезон, электрон и нейтрино проходят с немного различающимися вероятностями: 19,46% против 19,33% соответственно.

Окончательную точку поставили законченные в 2004 году многолетние опыты, которые проходили на коллайдерах в японской Цукубе и американском Стэнфорде, где две независимые группы исследователей обнаружили гораздо более значительные различия в распаде так называемых прелестных, или В-мезонов. Эти частицы были открыты в Корнеллском университете сравнитель-



Типичный след от реакции с рождением суперсимметричных частиц, которые обозначены тильдой, — три отдельных лептона, две струи от фрагментации тяжелых прелестных кварков, четыре струи от легких кварков и много потерянной энергии, которую унесли нейтрино и нейтралито

но недавно, в 1982—1983 годах. Свое название они получили за то, что построены с участием прелестного, или b-кварка. В-мезоны живут в среднем чуть больше полутора пикосекунд и за это время успевают несколько раз осциллировать, то есть превращаться в свою антипода, а затем возвращаться в исходное состояние. И в любой момент осцилляции могут распасться на составляющие, в частности на пары мезонов: два пи-мезона, два K-мезона или пару из пи- и K-мезонов, причем последнее случается чаще всего. Анализ последствий распада более 200 миллионов пар В-мезонов и анти-В-мезонов показал, что в 910 случаях проходит распад первого с образованием K- и анти-пи-мезонов, и лишь в 696 случаях второй распадается на пи- и анти-K-мезоны. То есть различие превышает 13%! Поскольку каждый из этих распадов может идти по двум механизмам, где-то там и должно проявляться то взаимодействие, которое присутствует в третьем условии Сахарова. Считается, что оно имеет отношение к поведению кварков.

Отсюда понятно, почему возник столь сильный интерес именно к исследованию В-мезонов в Большом адронном коллайдере, что построили отдельный специализированный детектор LHCb. За год в коллайдере будет рождаться огромное число В-мезонов и анти-В-мезонов — 10^{12} пар. Поэтому физики надеются за обозримое время набрать достаточную статистику, понять, что же это за взаимодействие вмешивается в судьбу В-мезона, повышая стабильность его античастиц, и отгадать загадку нарушения четности в нашей Вселенной. По предварительным подсчетам, на это уйдет примерно пять лет измерений.

Возможно, из этих наблюдений получатся и какие-то иные результаты. Например, удастся получить большое разнообразие частиц, содержащих b-кварки (поскольку это тяжелые кварки, на менее мощных ускорителях их изучать не удавалось). Они могут распадаться как-то по-особенному. В том числе и совсем не так, как предсказано Стандартной моделью, что способно привести к долгожданной Новой физике — ее так ждут, что название пишут с большой буквы.

Зачем физикам пятое измерение

Разговоры о том, что в нашем мире, помимо известных трех пространственных и одного временного, есть дополнительные измерения, начались в 20-х годах XX века.

Тогда польский физик Теодор Калуца обнаружил, что если добавить в уравнение Эйнштейна для гравитации еще одно пространственное измерение, то окажется, что уравнение будет описывать еще и электромагнитное взаимодействие. Вскоре шведский физик Оскар Клейн на основании его идеи построил теорию гравитации, которая получила название теории Калуцы—Клейна.

Введение дополнительных измерений позволяет решить еще одну важную проблему. Дело в том, что гравитационная постоянная, известная нам из наблюдений в четырехмерном пространстве-времени, оказывается равна истинной гравитационной постоянной многомерного мира, деленной на характерный размер этого измерения. Поскольку этот размер предполагается малым, общая сила гравитации оказывается очень большой. То есть вполне сравнимой с силой электромагнитного взаимодействия. И это очень хорошо, потому что, как уже было сказано, физики любят симметрию, и то обстоятельство, что сила гравитации гораздо слабее трех остальных фундаментальных взаимодействий, которые в общем-то, сравнимы между собой по силе, физиков раздражает. Скрытые дополнительные измерения позволяют это раздражение снять.

Теория Калуцы—Клейна хороших экспериментальных подтверждений не нашла, однако в конце XX века эта идея получила развитие в теории суперструн: ей, чтобы свести концы с концами, понадобилось 6—7 скрытых измерений. Поскольку вопрос о причине слабости гравитационного взаимодействия так и оставался без ответа, поиск дополнительных измерений стал насущной необходимостью: если бы их удалось найти, и с гравитацией все стало бы хорошо, и теория суперструн, к огорчению ее противников, получила бы экспериментальное подтверждение.

Вообще говоря, дополнительные измерения в исходном виде представляют собой математический формализм, который слабо поддается физической интерпретации. Чтобы объяснить идею скрытых измерений, обычно пользуются методом аналогий. Например, возьмем лист бумаги. Как бы мы его ни согнули, обитающие на нем двумерные существа никогда об этом не узнают. Однако в трехмерном пространстве мы можем свернуть лист в рулон некоего диаметра. Вот этот диаметр для двумерных существ, которые живут на свернутой плоскости, и будет равен характерному размеру скрытого измерения. В многомерной теории вместо листа бумаги (мембраны) появляется понятие браны — четырехмерного подпространства многомерного мира, в котором сосредоточены все частицы Стандартной модели и, собственно, весь доступный нам в ощущениях мир. А вот гравитация действует и за пределами браны, и, стало быть, гравитоны — гипотетические переносчики гравитационного взаимодействия — брану способны покидать. Этим можно воспользоваться для поиска дополнительных измерений. Надо лишь найти, на каких масштабах нарушается закон тяготения, открытый Ньютоном.

Можно посчитать, что, если масштаб сил гравитации в многомерном мире имеет порядок ТэВ, тогда в мире с одним дополнительным измерением размер этого измерения (то есть диаметр рулона, в который свернут наш четырехмерный мир) составит 10^{15} см, что сравнимо с диаметром орбиты Сатурна. Поскольку на этих масштабах отклонений от закона Ньютона не замечено, видимо, измерений больше. Для двух измерений характерный размер составит миллиметр — на этих масштабах закон проверен. А вот для трех дополнительных из-

мерений размер исчисляется нанометрами. На этом масштабе никто закон Ньютона еще не проверял, что вызывает надежды.

В опытах на Большом адронном коллайдере дополнительные измерения будут искать, исходя из предположения, что гравитон может родиться совместно с одним глюоном, кварком или фотоном. Детектор зафиксировать гравитон не сумеет, но зато, измеряя энергию одиночного фотона или одиночной струи частиц, которая получится из кварка или глюона, удастся рассчитать энергию, унесенную гравитоном. Ну а дальше, исходя из полученных данных, судить, пропала ли вообще какая-то энергия, и унес ли ее гравитон, или что-нибудь другое.

Другим свидетельством наличия дополнительных измерений считается рождение микроскопической черной дыры. Если расчеты, которые базируются на теории известного английского астрофизика Стивена Хокинга, верны, то эта дыра должна испариться спустя 10^{-27} с после образования, породив множество самых разнообразных частиц с широким спектром энергий, которые разлетятся во всех направлениях. Во всяком случае, спутать это событие не удастся ни с чем. Отвечая на вопрос: «А что, если теория Хокинга не верна, и дыра станет не испаряться, а расти?», физики обычно говорят: на Землю постоянно падает поток космических лучей, энергия которых бывает и больше той, до которой будут разогнаны частицы в коллайдере. Значит, если при таких энергиях могут получиться черные дыры, они всенеизбежно получаются, однако ни к каким катастрофам это не приводит.

Кварк-глюонная плазма

Последняя цель, ради которой построен Большой адронный коллайдер, — создание и изучение нового вида материи, кварк-глюонной плазмы.

С начала своей истории человек знал четыре состояния вещества — твердое, жидкое, газообразное и плазма (в виде пламени костра). В XIX веке к ним добавилось пятое состояние — сверхкритический флюид. В XX веке было открыто шестое состояние — конденсат Бозе—Эйнштейна, который проявляется в двух ипостасях — сверхтекучей жидкости и конденсата газа сверххолодных атомов. На кончике пера открыто седьмое состояние — сверхплотная материя нейтронных звезд. А восьмое состояние должно было возникнуть спустя несколько мгновений после Большого взрыва. В отличие от нынешней, холодной Вселенной в те времена разнообразие частиц было гораздо меньше. Не было никаких барионов — ни слагающих ядра протонов или нейтронов, ни связывающих их друг с другом мезонов. Ничего этого не было. Возможно, не было и лептонов. А была равномерная и очень плотная смесь кварков и глюонов, не способных из-за большой энергии склеить кварки воедино. Именно это состояние материи и хотят промоделировать физики, чтобы посмотреть, как будет рождаться барионное вещество. Считается, что, когда температура Вселенной упала достаточно низко, в плазме кварков и глюонов начался фазовый переход — возникли пузыри адронного газа. Они способны породить последующие неоднородности в распределении вещества, следы которых можно попытаться найти, глядя вооруженным глазом на звездное небо.

Согласно расчету, критическое значение энергии кварков и глюонов, при которой они начинают конденсироваться в адроны, то есть барионы и мезоны, составляет



160—190 МэВ. Значит, для создания плазмы нужно, чтобы энергия удара для каждого нуклона превышала уже упоминавшуюся сотню ГэВ.

Первыми до таких энергий научились разгонять ионы золота и свинца синхротроны в Брукхейвенской лаборатории и ЦЕРНе. Этими ионами, а также ядрами водорода и дейтерия обстреливали неподвижную мишень и смотрели, какие частицы получаются. Намеки на то, что в результате действительно возникает некое новое состояние материи, получить удалось. Например, в опытах ЦЕРНа возникало гораздо больше частиц, содержащих странный кварк, нежели в опытах с меньшей энергией столкновений. Однако окончательного вывода о создании плазмы кварков и глюонов сделано не было.

Доказать факт образования кварк-глюонной плазмы не так легко, как это кажется на первый взгляд. В принципе вместо плазмы можно при столкновении получить газ, состоящий из адронов. С другой стороны, сама плазма после остывания тоже должна превратиться в такой газ. Свободные кварки и глюоны, выбитые из нуклонов при столкновении, при фрагментации порождают опять-таки потоки адронов. Во всех трех случаях получаются примерно одни и те же наборы частиц, поэтому выявить источник происхождения совсем не просто. Нужно проводить тонкие измерения.

Очередная возможность такого исследования появилась после того, как в Брукхейвенской лаборатории в 1999 году построили Релятивистский коллайдер тяжелых ионов. В отличие от предыдущих экспериментов, здесь сталкивались два потока быстрых ионов золота и энергия столкновений составляла 200 ГэВ на нуклон. Опыты показали, что в среднем на нагрев продуктов столкновения двух ядер золота тратилось 31—25 ТэВ энергии и при этом рождалось 5000 новых заряженных частиц и 2500 нейтральных. То есть по 20 штук на каждый нуклон.

Получаемая в результате столкновения материя действительно вела себя не совсем обычно. Это позволило физикам, проводившим эксперименты на Релятивистском коллайдере тяжелых ионов, высказать мнение, что кварк-глюонная плазма в самом деле была получена.

После такого вывода, естественно, наступила пора тщательного исследования нового состояния материи. Именно этому и будет посвящены эксперименты на Большом адронном коллайдере, которые позволят получать гораздо большие энергии, а именно 5,5 ТэВ на один нуклон, то есть суммарная энергия столкновения ядер свинца составит 1144 ТэВ. Значит, капля плазмы просуществовать дольше и в ней удастся заметить еще больше интересных событий, которые позволят заглянуть почти в самое начало нашего мира.





Ценные результаты с дешевым геномом

В конце прошлого года мы опубликовали ответы ученых на «вопрос года» журнала «Nature Genetics»: «Что бы вы сделали, если бы уже сегодня можно было секвенировать последовательность ДНК, равную по длине человеческому геному, всего за 1000 долларов?» (см. «Химию и жизнь», 2007, № 12). К сожалению, среди отвечавших не было ни одного российского специалиста. Мы решили исправить это упущение и теперь представляем читателям результат.



**Е. Д. Сverdлов,
академик РАН**

Не исключено, что ожидаемым дешевым методом определения нуклеотидной последовательности станет пиросеквенирование. Для него уже

разработаны технологии, например 454-секвенирование («Химия и жизнь», 2006, № 1). Точнее, это будет метод ресеквенирования. Разница понятна: одно дело — впервые прочитать геном какого-то вида, другое — брать уже секвенированный геном как стандарт и сравнивать с ним геномы других особей. Существуют и другие идеи, возможно, более привлекательные и потенциально более дешевые. Все они были выдвинуты очень давно. Но то ли пиросеквенирование оказалось наиболее технологичным методом из всех, то ли авторы этой идеи оказались наиболее изобретательными — а даже самая блестящая идея мало что значит, пока не придуманы пути ее практической реализации, — но пиросеквенирование уже стало реальным методом с реальными приборами, а мы, пользователи, всегда будем иметь дело с тем, что нам предложат разработчики.

Это не означает, что метод секвенирования по Сенгеру выйдет из употребления. Он еще надолго останется рабочим методом, потому что у таких технологий, как пиросеквенирование, есть существенный недостаток. Пока что они могут читать только очень короткие последовательности, около 200—250 нуклеотидов. Такие короткие кусочки трудно состыковать, чтобы получить полную последовательность, особенно если учесть, что наш геном буквально напичкан повторами. Даже тот факт, что несколько человеческих геномов уже отсеквенированы полностью, не снимет всех проблем. Ведь наши геномы сильно различаются между собой, причем не только одонуклеотидными заменами, но также положением и числом копий достаточно протяженных последовательностей. И это не случайность, а один из способов адаптации. Сравнение геномов двух африканских племен — танзанийского племени хадза и мбути, обитающих в Центральной Африке, — показало, что у хадза, питающихся кореньями, больше копий гена фермента амилазы, который расщепляет крахмал, чем у охотников-мбути из Центральной Африки. С помощью пиросеквенирования такие различия установить трудно, оно покажет, что есть ген амилазы, а сколько копий — точно показать не сможет.

Метод Сенгера пока остается незаменимым и при секвенировании *de novo* — а на Земле еще очень много видов, чьи геномы не прочитаны. Например, крокодилы — замечательные животные и до сих пор не секвенированы, и кроме Сенгера, метода для этого пока нет. Возможно, однако, что будет использована комбинация этого метода с другими.

Если бы эффективный высокоточный сиквенс по цене 1000 долларов за геном был доступен уже сегодня, я бы предложил полностью просеквенировать геномы различных этносов и попытаться разобраться, чем один этнос отличается от другого, — в частности, не определяется ли социальное поведение на уровне генетики.

К сожалению, сейчас попытки поставить такой вопрос вызывают бурную реакцию общественности. Совсем недавно Джеймс Уотсон публично заявил, что человеческие расы различаются по интеллекту. За этим последовал настоящий скандал, Уотсона заставили оправдываться. Я считаю, что к словам нобелевского лауреата, тем более такого ранга, надо прислушиваться, а не бросаться обвинениями в расизме.

Я сам объясняю студентам, что

современное научное знание не дает никаких оснований утверждать, будто одна раса обладает способностями, которых нет у другой. Те генетические различия, которые мы наблюдаем внутри этнической группы, ничуть не меньше, чем различия между группами. Допустим, два индивида из одной этнической группы имеют примерно 0,1% генетических различий, но если сравнивать двух индивидов из разных групп, различие будет примерно таким же.

Означает ли это, что генетических различий между этносами не существует? Нет, не означает, потому что мы пока не можем сказать, какие гены вносят вклад во внутрigrупповое фенотипическое разнообразие, а какие — в межгрупповое.

В 1975 году два выдающихся американских исследователя Мэри Клер Кинг и Алан Уилсон сравнили генетическую вариабельность человека и шимпанзе и нашли, что эти виды отличаются примерно на 1%. Чтобы объяснить, как столь незначительные различия приводят к такой серьезной фенотипической разнице, они выдвинули регуляторную гипотезу эволюции: не многочисленные изменения самих генов наиболее существенны для эволюции, а сравнительно редкие изменения в системах регуляции генов. Эта гипотеза сейчас стала общепринятой, и она объясняет все. То, что мы сравниваем сейчас в качестве критерия межэтнических различий, — это общая вариабельность геномов. Она не может существенно отличаться при внутри- и межгрупповом сравнении, однако в ней могут утонуть специфические регуляторные различия. Например, различие в регуляции генов, связанных с системой обмена серотонина или дофамина, которые, в свою очередь, участвуют в регуляции поведения.

Необходимо сделать полногеномное сравнение, чтобы выяснить, распределяются ли различия случайным образом или же как-то кластеризуются: внутри группы отличия случайные, а между группами — среди множества случайных вполне систематические. Заметим, что межгрупповое различие может быть очень небольшим, и не исключено, что мы просто не видим его на современном этапе развития науки. Но это может оказаться различие в генах, контролирующих поведение. И мы не узнаем, так это или нет, пока не проведем масштабное исследование.

Если подобные различия обнаружатся, нужно будет понять, могут ли они обосновывать те фенотипические различия, которые мы видим не-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

вооруженным глазом: скажем, разницу в темпераменте у южных и северных народов. Часть подобных различий традиционно объясняют культурой и воспитанием, но очевидно, что генетика и тут вносит свой вклад. И чтобы сделать выбор между культурным и генетическим факторами, мы должны объективно проанализировать генетику, используя новейшие технологии, а не те, что остались с прошлого века. Необходимо получить полные последовательности геномов, скажем, ста человек из каждого этноса, и тогда будет ясно, существуют ли систематические генетические различия между расами.

Нетрудно предвидеть, что подобного рода исследования вызовут колоссальное противодействие. Современная европейская культура, призывая к соблюдению политкорректности, привыкает прятать голову в песок, уходить от серьезных проблем. Настоящая политкорректность, на мой взгляд, заключается не в том, чтобы объявить: «Все люди равны» — и любое сомнение в этом тезисе карать как расизм. Равенство само собой разумеется, если речь идет о равенстве в правах. Но это не означает равенства в возможностях. Проблема в том, чтобы установить факты: есть ли различия между расами, и если да, то в чем они состоят и как нам с этим жить.

Джеймс Уотсон сказал, что мы различаемся по интеллекту, и я не сомневаюсь, что он прав. Это не значит, что «они» хуже, а «мы» лучше. Допустим, я и мои коллеги отличаемся по интеллекту от наших выдающихся артистов (и тестирование, скорее всего, покажет четкую межгрупповую разницу по соответствующим показателям). Это отнюдь не значит, что артисты глупее ученых, но интеллект у нас организован по-разному. Они живут эмоциями, мы — анализом. Констатировать разницу не означает констатировать неравенство. Но констатировать разницу крайне желательно, чтобы понять, как строить обучение детей и молодежи. Ведь культура — это не только ли-

температура, музыка и живопись, это прежде всего способность обучать и обучаться, передавать знания и опыт из поколения в поколение. Кстати, когда говорят «деятели науки и культуры», вынося науку за скобки, — это абсолютно неправильно: наука, научное знание и технологии — неотъемлемая часть культуры.

Никто не будет отрицать, что у большинства людей есть некие внутренние предрасположенности к тому или иному занятию, и они, скорее всего, в значительной степени определяются генетическими факторами. Хорошо бы понять, что это за факторы. В каждой области, будь то способности к языкам или музыке, искусство или спорт, мы так или иначе выходим на генетику. Например, вклад генетических факторов в IQ, по разным данным, составляет от 40 до 80%. Вопрос в том, какие это факторы. А если бы мы секвенировали геномы, то — возможно! — получили бы объективное представление о предмете. Нашли бы различие в конкретных генах и закрыли бы бесконечный спор о nature и nurture — природе (то есть генетике) и воспитании.

Конечно, речь здесь идет не только о межрасовых, но и в первую очередь об индивидуальных особенностях. Каждый признак в каждом этносе распределяется по колоколообразной кривой: круглых дураков и гениев сравнительно немного, а людей со средним интеллектом больше всего, и то же касается любого признака, который изменяется количественно. Но даже если для разных этнических групп эти кривые отличаются по форме или имеют разные значения максимума, из самых общих соображений ясно, что эти кривые пересекаются, накладываются друг на друга. Нет уровня интеллекта, который был бы достижим для представителя одной расы и недостижим для другой. Нет таких психологических особенностей, которые были бы присущи только европеоидам, но не монголоидам. (Хотя, возможно, доля индивидов с конкретным признаком, выраженным в определенной степени, в разных этносах окажется неодинаковой.) И не должно быть никаких препятствий к тому, чтобы афроамериканец баллотировался в президенты, а представитель белой расы исполнял джаз.

Собственно, это и происходит в современном мире: исчезают препятствия и предубеждения. Мир меняется, меняется культура, и вполне возможно, что и саму способность к

изменениям обуславливают некие гены, вызывающие лабильность нашего поведения. А может быть, есть гены, которые способствуют консерватизму, и там, где они распространены, люди тысячелетиями не меняются... Однако все это останется пустыми словами, гипотезами и спекуляциями до тех пор, пока мы не получим статистику по геномам.

Было бы прекрасно, если бы подобная постановка вопроса воспринималась не как попытка кого-то обидеть или дискриминировать, а как ключ к взаимопониманию. Если люди разнообразны в своем единстве — в этом надо разбираться, а не оскорблять Джима Уотсона за то, что он высказал свою точку зрения. Нобелевские лауреаты — потому и лауреаты, что их мнение отличается от мнения большинства. Надо прислушиваться к этому меньшинству, которое заслуживает если не беспрекословного доверия, то хотя бы серьезного отношения. Многие философы утверждали, что большинство редко бывает правым.

Кроме того — уже в русле наших собственных исследований, — я бы объявил программу под названием «Раковый геном». Его задачей было бы секвенировать множество опухолей одного типа, причем весь геном, не выбирая, что именно секвенировать — не только онкогены или гены-супрессоры, а все подряд, и не в одной клетке. Ведь каждая опухоль гетерогенна, она эволюционирует, клетки ее накапливают мутации, и затем каждая клетка дает потомство со своими специфическими мутациями. Но надо понять, что у них одинаковое. А чтобы найти это общее, как и при поиске различий между людьми, нужна непредвзятость: секвенировать и секвенировать все подряд, все вводить в компьютер и делать статистическую обработку.

Возможно, это станет первым шагом к эффективному методу лечения рака. Не сразу, конечно, но так или иначе, когда нам удастся обнаружить ключевые признаки, общие для всех раковых клеток (точнее, если удастся) — тогда эти гены, один или несколько, станут замечательными мишенями для воздействия.

Проблема рака не имеет простых решений. Как всякая эволюционирующая система, опухоль находит тысячи способов обходить защитные системы организма. Возьмем, к примеру, очень плодотворную идею: все опухоли в какой-то момент начинают создавать свою кровеносную систему, и, значит, если остановить ее

создание, то опухоль погибнет. Но оказалось, что опухоли могут создавать кровеносную систему разными способами, и перекрыть их все оказывается невозможным. Это происходит именно потому, что клетки опухоли разнообразны и среди них может оказаться одна с нужной способностью, которая выживет, когда погибнут остальные, — тот же принцип естественного отбора, что действует на уровне организмов.

Для того чтобы разобраться во внутренних делах опухоли, и нужна специальная программа. В Америке такая программа уже есть, но стоимость подобных исследований пока очень высока. Однако за 1000 долларов имело бы смысл попытаться.

А вот искать у здоровых людей «гены предрасположенности» к заболеваниям на нынешнем уровне развития медицины я бы не стал. Хотя бы по этическим причинам. Когда в Америке открыли «ген рака молочной железы» (точнее, ген, при наличии которого по достижении определенного возраста в каком-то проценте случаев у женщины развивается рак — с большей частотой, чем когда этого гена нет), американки, у которых нашли этот ген, тут же бросились делать себе трансплантаты — операция сама по себе не очень простая, и еще вопрос, насколько это было обосновано. Я не вижу смысла сообщать человеку, что у него есть предрасположенность к какому-либо виду рака или шизофрении, пока мы не можем к этой информации добавить медицинские советы: что ему делать, чтобы не заболеть. Не следует заставлять человека ходить под дамокловым мечом, пока мы не в состоянии предложить ему ничего, кроме угнетающего сознания «с тобой это случится скорее, чем с твоим соседом».

Насколько различным может быть отношение к этой проблеме, можно судить на примере двух замечательных деятелей науки: Крэйга Вентера (президента знаменитой компании «Celera Genomics») и уже упоминавшегося Джеймса Уотсона. Геном Уотсона был секвенирован, и Крэйга Вентера — тоже. Но Уотсон попросил не выставлять в публичные базы данные по его «генам предрасположенности». Вентер же сказал, что его это не волнует, и его геном лежит в открытом доступе полностью. Кстати говоря, геном Уотсона был прочитан пиросеквенированием, а геном Вентера — методом Сенгера.



С.А.Боринская,
кандидат биологических наук,
Институт общей генетики РАН

Ответы российских исследователей могут существенно отличаться от западных, так как средний размер российского гранта позволит при указанной стоимости прочесть геномы десяти, максимум ста человек. Поэтому я отвечу на вопрос в несколько иной формулировке: «Что бы вы сделали, если бы стоимость секвенирования позволила получить данные для тысяч человек?»

Я бы предложила в первую очередь решить четыре задачи: исследовать проблему антропогенеза, историю развития человечества, а также роль, которую играют гены в адаптации к конкретным условиям, и ограничения, которые они диктуют нам.

Чтобы исследовать антропогенез, я провела бы сравнение геномов шимпанзе, африканцев, живущих с ними по соседству, и африканцев, живущих в отдалении от ареала шимпанзе. Дело в том, что когда ищут гены, которые «делают нас людьми», то сравнивают геном человека и геном обезьяны и, когда находят отличия человека от обезьяны, эти отличия и считают свойственными человеку. Но сравнение проводится обычно с геномом белого человека, и среди отличий будут также и те, которые связаны с адаптацией к климатическим условиям! Поэтому сравнивать нужно геномы шимпанзе и людей, которые приспособлены к тем же условиям.

Масштабное исследование геномов помогло бы реконструировать историю миграций человечества и формирования его популяционно-генетического разнообразия. Результатом была бы многослойная карта мира с путями и датами миграций, с указанием возможной численности переселенцев — где и когда им было хорошо и они увеличились в численности, где и когда их преследовали катастрофы и эпидемии и их численность сокращалась.

Люди могут ко многому приспособиться — в том числе и за счет генетических изменений. В последние 200 лет человечество резко сменило условия жизни, и геном человека не успевает «модернизироваться» с такой же скоростью, что и техника или социальные условия. От-

сюда «болезни цивилизации» — сердечно-сосудистые и онкологические заболевания, метаболические нарушения, депрессии. Сопоставление данных о различиях геномов людей из разных этнорегиональных групп с условиями их обитания (природные условия, тип хозяйства, традиционное питание, наличие эндемичных инфекций и т. п.) позволило бы выявить те генетические особенности, которые подвергались отбору в разных условиях. Тогда мы могли бы узнать, что полезно людям с теми или иными особенностями, какие условия оптимальны для сохранения здоровья, а что является фактором риска. Если исследования отдельных генов всегда оставляют открытым вопрос о влиянии «генетического фона», то исследования полных геномов позволят учесть и его. Мы узнали бы в деталях, как горцы обходятся малым количеством кислорода, как народы Севера приспособились к суровым условиям Субарктики и что позволяет бедуинам переносить жару. Сопоставление с картой миграций позволило бы разделить адаптивные генетические различия и нейтральные различия, сформировавшиеся вследствие миграций и смешения популяций. При этом данные, полученные при изучении отдельных этнических групп, в которых определенным признаком встречается с высокой частотой, были бы применимы ко всему человечеству, так как с той или иной частотой каждый признак может встретиться в любой популяции. Можно было бы по генам «прописывать» полезный для здоровья образ жизни и тип питания.

И еще у меня есть мечта: исследовать спонтанные аборт (как геном матери, так и плода) в разных этнических и региональных группах. Тогда стало бы ясно, как идет отбор на эмбриональном уровне — а на этом уровне у человека отбор интенсивнее, чем после рождения: так, например, в разных климатических условиях отбираются разные аллели.

А чтобы подробнее разобраться в том, какие ограничения диктуют нам гены, я бы исследовала близнецов.Monozygotные близнецы могут быть очень похожи друг на друга, но могут и заметно различаться. Я бы выбрала пары близнецов из группы самых похожих и пары с наименьшим сходством (дискордантных), а затем искала бы гены, которые делают близнецов похожими или позволяют им быть разными. Иными словами, я бы попыталась исследовать генетическую детерминацию нормы реакции. Более всего меня интересует генетическая детерминация психологических особенностей, в том числе интеллекта и способности быть счастливым.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



С.Л.Киселев,
доктор биологических наук,
профессор, Институт общей
генетики РАН

Секвенирование — это определение порядка следования четырех разных нуклеотидов в молекуле ДНК, из которой и состоит геном. Эту технологию можно сравнить, например, с распознаванием компьютерной программой последовательности букв в романе Льва Толстого «Война и мир». Но определить все буквы — не значит прочитать книгу, ознакомиться с ее содержанием или понять ее смысл. Сегодня секвенировать геном человека — значит просто узнать очередность всех 10^9 букв в книге под названием «Я». Чтобы узнать ее смысл, понадобится много времени и огромные деньги — обе величины сравнимы с уже сделанными затратами на разработку технологии секвенирования. Ведь человек — это одна из самых толстых книг живой природы.

Однако человек не одинок на Земле и, более того, ведет агрессивную политику по отношению ко всему живому, его окружающему. Вероятно, нашей обязанностью должно стать сохранение информации о тех видах животных и растений, которые стоят на грани исчезновения. Если мы не можем сохранить живой организм, то нужно оставить нашим потомкам хотя бы генетический образ некогда существовавших видов, и потому я считаю целесообразным секвенирование их геномов. В будущем это поможет воссоздать путь развития вида, найти его генетические взаимосвязи с другими и, возможно, создать его заново. Стоимость такой «библиотеки для будущего» будет несравнимо меньше, чем познание смысла книги под названием «Я».

КОФЕ ИЗ ПРОБИРКИ

Французские исследователи создали промышленную технологию клонирования кофейных деревьев.

Herve Etienne,
herve.etienne@
cirad.fr

В зарубежных лабораториях

Дерево можно вырастить из семечка, а можно из веточки. В последнем случае получится растение, совершенно идентичное исходному, которое станет давать точно такие же плоды. Если вырастить дерево из веточки почему-либо не получается, приходится применять сложную технологию прививки: та же самая веточка растет на чужих корнях.



Биотехнологи в середине 80-х годов нашли более простой способ. Для выращивания многих тысяч идентичных деревьев им теперь достаточно лишь одного листика. Эта технология называется «получение соматических зародышей в пробирке». Например, французские ученые из Сельскохозяйственного исследовательского центра для международного развития (CIRAD) во главе с Эрве Этьеном за двадцать лет исследований создали промышленную технологию выращивания таким методом деревьев кофе сорта арабика и внедрили ее на территории Никарагуа.

В соответствии с этой методикой клетки, полученные из листа взрослого дерева, превращают в биореакторе в полноценные зародыши растения. Затем их подращивают в пробирке и спустя несколько дней пересаживают в питомник. В результате более 70% зародышей превращаются в нормальные саженцы спустя несколько недель после посадки.

Процесс столь хорошо автоматизирован, что сейчас 40 сотрудников лаборатории обслуживают 3500 реакторов, которые в месяц дают 250 тысяч саженцев, а их стоимость — почти такая же, как у саженцев из семян. В 2008 году французская лаборатория в Никарагуа планирует получить 2,4 миллиона саженцев и продать их кофейным плантаторам этой страны.

КОД РАСТЕНИЯ

Британские ботаники нашли ген, который позволяет различать растения разных видов

Пресс-секретарь
Danielle Reeves,
danielle.reeves@
imperial.ac.uk

В зарубежных лабораториях

ДНК в клетке растения имеется не только в ядре, но и в некоторых органеллах, например в хлоропластах, которые ответственны за фотосинтез. Считается, что, подобно энергетическим станциям клетки — митохондриям, хлоропласты когда-то были свободноживущими организмами, а потом вошли в симбиоз с клетками растения, однако свой геном и способность размножаться сохранили. Именно в геноме хлоропласта британские ученые из Королевского колледжа и Королевского ботанического сада нашли ген, который позволяет распознать, к какому виду принадлежит любое растение. Это протеин-кодирующий ген *matK*. Такой результат получился в результате обработки материалов экспедиции в Коста-Рику, где были собраны образцы более полутора тысяч видов орхидей. Все они различались по строению гена *matK*. Благодаря этому удалось установить, например, что похожие орхидеи, растущие на противоположных склонах одной и той же горы, на самом деле принадлежат к разным видам. Предположение об универсальности гена *matK* проверили на образцах деревьев и кустарников совсем из другого места — южноафриканского Национального парка им. П.Крюгера. Гипотеза подтвердилась: ген у всех видов растений различался.

«Наше открытие позволяет составить базу данных и с ее помощью выявлять видовую принадлежность растения по строению *matK*. Такая методика пригодится не только ботаникам, но и, например, при анализе лечебных чаев, особенно сделанных из экзотических растений. В будущем же мы планируем создать портативное устройство, которое даст ботаникам возможность проводить такой анализ во время экспедиций», — говорит один из участников работы доктор Винсент Саволайнен.

В зарубежных лабораториях

Историки, поэты и не только они все время печалются о том, что древние фрески либо сбиты, либо покрыты толстыми слоями штукатурки. А вот если бы их увидеть, то нам открылось бы та-а-а-кое! Не исключено, что скоро этим мечтам суждено сбыться. Ученые из США создали установку, которая с помощью терагерцевого излучения способна «заглядывать» под штукатурку. Причем установка эта портативная, ее вполне можно возить от одного здания к другому и проводить сравнительные исследования.

Терагерцевые волны лежат в диапазоне между инфракрасным светом и радиоволнами. К первым они близки тем, что их можно фокусировать как обычный свет. А со вторыми их роднит высокая проникающая способность. Проникнув внутрь вещества, излучение проходит в нем какой-то путь, а затем частично отражается, частично поглощается. Изучив распределение отраженного света, можно составить представление о том, какова структура того глубинного слоя, на котором был сфокусирован луч. Если там были краски или выбиты надписи, то удастся восстановить скрытое изображение. Энергия терагерцевых лучей, в отличие от рентгеновских, мала, и они не способны вызвать никаких разрушений.

С помощью этой методики ученые из Массачусетского университета во главе с профессором Джоном Уитакером сумели разглядеть изображения, написанные красками и графитовым карандашом под четырехмиллиметровым слоем штукатурки. «В Европе часто закрашивали или замазывали штукатуркой изображения на стенах церквей, тем более что некоторые храмы не один раз переходили от христиан к мусульманам и обратно. Только в одной Франции имеется 100 тысяч старинных церквей. Не исключено, что во многих из них есть интересные скрытые изображения. В марте мы проведем первые исследования подобного рода вместе со специалистами из Лувра», — говорит профессор Жерар Моро из того же университета.

ВСЕ ТАЙНОЕ СТАНЕТ ЯВНЫМ

Ученые из США и Франции собираются рассмотреть древние фрески, скрытые многими слоями штукатурки.

John F. Whitaker,
Whitaker@
umich.edu

В зарубежных лабораториях

Риновирусы вызывают простудные заболевания и способствуют развитию астмы. Их открыли более полувека назад, однако изучить эти вирусы трудно, поскольку в 90% случаев они начинают нападение, связываясь со специфическим рецептором на поверхности клеток человека или другого примата. К мышинной версии того же рецептора вирусы равнодушны. В результате исследования приходится проводить на обезьянах, а это очень дорого. В общем, все знают, что хорошего лекарства от простуды до сих пор нет.

Профессору Себастьяну Джонстону и его коллегам из лондонского Королевского колледжа удалось решить проблему. «Сначала мы убедились, что риновирус прекрасно себя чувствует в клетке мыши. Потом мы модифицировали рецептор мыши, и она заболела обычной человеческой вирусной простудой», — говорит он. Более того, у зараженного зверька спровоцировали приступ астмы под действием известного аллергена — яичного белка овальбумина. «Такие мыши помогут наконец разобраться, как риновирусы влияют на состояние организма. Не исключено, что это начало прорыва в лечении вирусных инфекций, приводящих к приступам астмы», — считает профессор Джонстон.

МЫШЬ В РОЛИ ОБЕЗЬЯНЫ

Создана трансгенная мышь, способная болеть человеческой простудой и астмой.

Sebastian L.
Johnston,
s.jonston@
imperial.ac.uk

ОБОЛОЧКА ДЛЯ ЖИРА

Химики из США придумали, как сделать вкусное безвредным для толстяков.

Julian McClements,
mcclements@
foodsci.umass.edu

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

Считается, что потребление жирной пищи ведет к излишнему весу. Однако без жира трудно приготовить вкусную еду, во всяком случае, продукты с низким содержанием жира покупателям не нравятся. Найти компромисс между желаемым и возможным позволит технология, придуманная химиками из Массачусеттского университета в Амхерсте во главе с профессором Джулианом Мак-Клементсом. Они предлагают заворачивать капельки масла в оболочку из волокон. В результате организм масло не усваивает, а пища сохраняет привычную консистенцию. Процедура в общих чертах напоминает изготовление майонеза.

Масло смешивают с водой, сурфактантом и получают эмульсию. Затем добавляют пищевые волокна. Благодаря электрическому взаимодействию между сурфактантом и волокнами последние прилипают к маслу. К волокнам можно добавить белки или еще какие-либо вещества, которые сделают оболочку прочнее. Так создают и однослойные, и многослойные покрытия. Опыты показали, что технология работает на многих видах масла — от апельсинового до оливкового. Волокна же получают из яблок, апельсинов, водорослей или моллюсков. Упакованные жиры годятся для изготовления любых продуктов, содержащих эмульсии: напитков, соусов, десертов, йогуртов или майонезов. Они сохраняют стабильность в кислой и соленой среде, при замораживании и нагревании.

Другое применение технологии — упаковка витаминов, антиоксидантов и растворимых в масле лекарств. Регулируя толщину и состав покрытия, можно добиться, чтобы эти вещества без повреждения проходили агрессивную среду желудка и, освобождаясь от оболочки в тонком кишечнике, оттуда сразу же попадали в кровь.

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

ШАМПИНЬОН- АНТИОКСИДАНТ

Французские ученые нашли много пользы в шампиньоне.

Journal of the
Science of Food
and Agriculture,
05.02.2008

Есть такие японские грибы: опенок майтаке, он же королевский гриб, гриб танца (нашедший его обычно танцевал от радости), и масутаке, редкий родственник опенковидной рядовки, или сахалинского шампиньона. Японцы уверены, что если съесть эти грибы сырыми или выпить экстракт из них, то удастся снизить давление и так сильно повысить иммунитет, что организм сам себя вылечит от рака. Некоторые ученые предполагают, что эти замечательные свойства восточных грибов связаны с большим количеством содержащихся в них антиоксидантов, поскольку считается, что антиоксиданты не только предотвращают повреждение клеток свободными радикалами, но и могут стимулировать иммунитет. Видимо, увлеченный этой мыслью, Жан-Мишель Саво из Национального института сельскохозяйственных исследований решил проверить, как обстоит дело с антиоксидантами в близких французскому желудку шампиньонах. Сравнительное исследование показало, что антиоксидантов в этом широко распространенном грибе даже больше, чем в восточных целебных грибах. «Ну что ж, шампиньоны гораздо дешевле, и очень хорошо, что они могут стать основой полезного питания практически для любого человека», — подводит итог ученый.

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

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ФАСАД

Немецкие физики внедрили солнечную батарею в облицовку стен.

Andreas Hinsch,
andreas.hinsch@
ise.fraunhofer.de

Рекордный КПД кремниевых солнечных батарей — 40%. Аналогичные полимерные батареи работают в десять раз хуже, но зато и делать их значительно дешевле и проще. Вот, например, какую технологию предлагают физики из Фраунгоферовского института солнечных энергосистем. С помощью специального принтера они непосредственно на стекле печатают узор из пластика, содержащего наночастицы. Этот пластик и будет преобразовывать солнечный свет в электричество. Затем его накрывают вторым листом тонкого стекла, а стекла между собой сваривают — чтобы воздух не проникал внутрь и не разрушал полимер. Получившаяся батарея превращает в электричество 4% солнечной энергии.

Конечно, если покрыть такими панелями крышу, много энергии не получишь даже в солнечной стране. Однако у здания есть стены, которые сейчас принято покрывать похожими панелями. И площадь их гораздо больше, чем у крыши. Именно стены зданий и предлагают отделывать солнечными панелями немецкие ученые. «Панели получаются полупрозрачными, и на них можно нанести какой-нибудь красивый узор или текст. Они позволяют дизайнерам украсить здание. А попутно мы получим электричество, и здание будет меньше нагреваться», — рассказывает руководитель работы доктор Андреас Хинш. Испытания показали, что даже спустя несколько тысяч часов полимерная солнечная батарея сохраняет свою работоспособность.



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

РЫБА В РОЛИ МЫШИ

Американские ученые приспособили аквариумную рыбку для поиска препарата от рака.

Allan Albig, aalbig@
isugw.indstate.edu

Рыба для биолога потому лучше, чем мышь, что она быстрее растет и размножается, а корма ей нужно меньше. Правда, работа с рыбкой требует изрядной ловкости рук. В этом убедились студенты и аспиранты университета Индианы, которые под руководством доцента Алана Альбига разрабатывают средство, предотвращающее формирование новых кровеносных сосудов в районе раковой опухоли и лишаящее ее возможности расти дальше. Именно на рыбках, которых наши аквариумисты называют данио, а англоязычные биологи — зебрафиш, они ищут ген, который выделяет в межклеточное пространство вещества, способствующие росту кровеносных сосудов там, где они совершенно не нужны.

Утром, в половине девятого рыбки мечут икру. Этот момент нельзя прозевать, потому что развитие идет очень быстро и буквально за день икринка становится мальком. Обнаружив, что нерест прошел, студенты быстро извлекают икринки размером с маковое зернышко из многочисленных аквариумов. Затем их помещают под микроскоп, где проводят операцию: впрыскивают с помощью шприца с микроиглой изучаемый белок. На этом утренняя работа заканчивается. Спустя пять дней малек становится вполне сформировавшейся рыбкой с полностью развитой кровеносной системой. Ее-то и начинают тщательно изучать, благо рыбки эти не простые, а такие, у которых в стенки сосудов встроен зеленый флуоресцирующий белок.

«Конечно, даже если мы найдем белок, которым можно затормозить развитие сети сосудов у рыбки или мыши, это вовсе не значит, что такой белок подействует на человека. Но с чего-то надо начинать. Мы начали с рыб», — говорит Алан Альбиг.

Выпуск подготовили **С. Комаров** и **Е. Сутоцкая**

В защиту нитратов и фосфатов

Доктор сельскохозяйственных наук
В.Г.Минеев,
 кандидат биологических наук
Т.Н.Большева



Существует широко распространенное мнение, будто в землю не обязательно добавлять минеральные удобрения, а самое экологичное и правильное — это только натуральная органика (навоз и проч.). Однако наука утверждает, что времена, когда это было возможно, давно ушли в прошлое. Сегодня во всем мире интенсивное земледелие, а значит, почва постоянно отдает элементы — они переходят в растения, которые забирает человек. Если необходимое не возвращать обратно в почву, то она деградирует и урожайность падает (табл. 1). Да и в растениях, вырастающих на такой почве, становится меньше нужных веществ.

В растениях при тщательном анализе можно обнаружить всю таблицу Менделеева, но для нормального протекания биохимических и физиологических процессов ему нужен строго определенный набор макроэлементов — N, P, K, Ca, Mg, S, Fe. Макро — потому что их в растениях проценты или десятые доли процентов. С микроэлементами (их меньше 0,001%) сложнее — на настоящий момент известно, что всем высшим растениям необходимы еще порядка десяти элементов (бор, медь, цинк, марганец, молибден, иод, кобальт и др.), и роль еще пяти-шести обсуждается.

Все упомянутые элементы незаменимы. Если в «рационе» растений (то есть в почве) нет хотя бы одного из них, то они начинают болеть, а иногда и погибают. Если же дефицит невелик и явно этого не видно, то существенно снижается урожай.

Скажем несколько слов о роли отдельных элементов. Без азота рост и развитие растений, не говоря уже о плодоношении, невозможны, поскольку азот входит в состав белков, а следовательно, необходим для образования всех растительных тканей. Этот элемент поступает в растение обычно в форме нитрат-ионов или ионов аммония. Первые признаки дефицита азота — бледно-зеленая окраска нижних листьев.

Следующий элемент — фосфор. Две самые важные его функции — он входит в состав нуклеиновых кислот, а также соединений, с помощью которых растение запасает и использует энергию (АТФ и ГТФ). В Нечерноземной зоне РФ почти 39 млн. га пахотных земель имеют низкое и очень низкое содержание подвижных (то есть доступных для растений) форм фосфора. При недостатке фосфора растения почти не растут, в окраске листьев начинают преобладать фиолетовые тона.

Калия в молодых, растущих листьях и стеблях растения почти столько же, сколько и азота. Этот элемент отвечает

за водообмен, транспорт сахаров и аминокислот, продуктивность фотосинтеза. При недостатке калия нарушается транспирация листьев растений, они начинают отмирать и подсыхать с периферии, появляется типичный признак дефицита калия — краевой ожог.

В России с 1965 по 1989 год калийные удобрения применяли в возрастающих количествах, но даже в это время

Таблица 1
Минеральные удобрения и урожай зерновых
 (средние показатели за 1995–1997 гг.)

Страны	Средние дозы минеральных удобрений, кг/га			Средний урожай зерновых, ц/га
	N	P	K	
Австрия	79,3	38,1	44,5	54,0
Болгария	31,6	2,7	4,2	19,6
Великобритания	221,0	64,0	79,6	73,2
Венгрия	66,7	15,3	12,8	40,2
Германия	148,5	35,1	54,6	62,8
Дания	124,0	22,83	41,3	58,6
Нидерланды	418,0	70,1	81,3	83,0
Россия	8,4	2,67	3,1	13,0
Румыния	28,9	15,1	1,8	24,3
Словакия	49,2	13,5	13,6	40,1
Украина	18,4	3,62	5,3	20,1
Финляндия	77,1	25,5	32,2	34,4
Франция	138,1	57,5	81,4	70,8
Чехия	84,6	16,3	17,8	41,9
Швеция	71,5	17,4	19,2	49,3





ся в молодые, растущие листья. Кстати, то же происходит и с азотом, о недостатке которого также можно судить по раннему пожелтению и старению листьев в нижних ярусах растения.

Больше всего кальция и магния вымывается из почвы с атмосферными осадками и при таянии снега. Но какая-то часть отчуждается с растениями (уходит в плоды, листья и может надолго оставаться, например, в деревьях). В среднем в год общая их потеря из почвы составляет 300–500 кг/га. Единственный пока способ борьбы с этим — известкование кислых почв, причем для известкования нужно использовать магнийсодержащие материалы (доломитовую муку), чтобы одновременно восполнять и потери магния. Ведь он так же, как и Са, вымывается из почвы, поэтому если вносить только известь, то из-за антагонизма ионов растения еще раньше начнут страдать из-за дефицита магния.

Вы скажете — а как же наша Земля тысячелетиями зеленеет каждую весну и не просит ни азота, ни фосфора? В природе, не тронутой человеком, происходит массовый обмен химических элементов и естественная экосистема регулирует себя сама. Агроэкосистемы, которые создал человек, неустойчивы и без его постоянного контроля не могут долго существовать. Это происходит потому, что из них постоянно отчуждаются элементы минерального питания растений (ведь человек собирает урожай) и система оказывается разомкнутой. В последние два десятилетия на российских землях вынос питательных макро- и микроэлементов с урожаем превышает почти в пять раз их возврат в почву (табл. 2), и это может привести к необратимым последствиям.

Конечно, на разных землях описанный процесс может проходить по-разному. Например, черноземье продержится дольше — там нужна минимальная компенсация со стороны человека. Но таких почв очень немного, и их деградация все равно происходит, в основном из-за интенсивного перепахивания сельскохозяйственной техникой и эрозии. Что касается других почв, то они, если не компенсировать потери, деградируют катастрофически быстро. Восполнить же недостаток элементов невозможно без использования минеральных удобрений.

Сразу надо сказать про органические удобрения — навоз, торф и проч. В них, конечно, есть обширный набор полезных элементов. Но во-первых, не факт, что их ровно столько и в том соотношении, сколько надо этой конкретной почве. Во-вторых, если мы говорим о навозе, то хранить и применять его надо правильно, иначе в нем может и не оказаться, например, азота в доступной форме. Кстати, в некоторых регионах навоза просто нет из-за отсутствия животноводства, а его транспортировка нерентабельна. Кроме того, при его избытке или неправильном применении он может стать источником повышенной экологической опасности (ведь не известно, какую траву ели коровы и какие лекарства и пищевые добавки им давали). Из-за бесконтрольного применения жидких навозных стоков с нарушением всех допустимых доз зафиксировано

баланс калия в почве в целом был дефицитным. Сегодня им особенно бедны, как, впрочем, и всеми основными элементами, почвы Северо-Запада России. Здесь около 40% пахотных почв относятся к слабокультурным и выпашанным, а 45% плохо обеспечены обменным калием. (Обменный калий — доступный для растений.) Его запасы пополняются за счет прочно связанного калия, высвобождающегося из кристаллических решеток почвенных минералов, которые разрушаются под действием почвенных микроорганизмов и различных органических и неорганических кислот.

Очень важные элементы кальций и магний. Магний входит в состав молекул хлорофилла — зеленого пигмента, необходимого для фотосинтеза. При недостатке магния старые листья желтеют, поскольку элемент перемещает-

Таблица 2
Динамика применения удобрений в России

Потребление удобрений, кг/га	1986–1990	1991	1993	1995	1997
Внесено в почву,	147	110	53	24	22
из них:					
с минеральными удобрениями	100	78	29	12	14
с органическими удобрениями	47	32	24	12	8
Вынос, всего,	138	123	139	116	126
в том числе:					
с урожаем	113	90	106	74	78
с сорняками	25	33	33	42	46
Баланс ±	+9	-13	-86	-92	-104



довольно много очагов загрязнения почв в несколько тысяч гектаров вокруг животноводческих комплексов. В почвах накапливаются хлор, сульфаты, тяжелые металлы, а сами почвы теряют агрономически ценную структуру. Правда, в целом традиционные органические удобрения (навоз, птичий помет и компосты этих типов навоза с торфом) приводят к положительному балансу многих макро- и микроэлементов (цинка, меди, бора, молибдена, кобальта и др.) и улучшают структуру почвы. Наверное, самым полезным и одновременно безопасным в этом плане можно считать низинный торф.

Отдельно надо упомянуть еще одну субстанцию, которую сейчас тоже называют органическим удобрением: осадки коммунальных стоков. Часто их даже продают как чернозем. А между тем это не только смывы с улиц и из канализации, но также сливы из больниц, предприятий — отовсюду. Конечно, совершенно неразумно использовать эти осадки в сельском хозяйстве. Понятно, что девать их особенно некуда, но можно, например, как в развитых странах, удобрять ими почву перед озеленением. Все-таки цветочки и газонную траву мы не едим.

Итак, правильно и сбалансированно компенсировать не достачу элементов можно только минеральными удобрениями. Но здесь первое и самое важное — поставить правильный диагноз почве. Это значит — сделать ее подробный и хороший анализ по методикам, стандартизованным для данного вида почв (что у нас не всегда есть), а хорошо бы еще сделать анализ и самих растений. Потому что о дефиците определенных элементов в почве часто можно судить только по растению.

В России почти двадцать последних лет ситуация с анализом почв, минеральными удобрениями и соответственно с плодородием совсем плохая. Удобрений в сельском хозяйстве стали использовать в 10 раз меньше, а фосфорных удобрений почти в 23 раза меньше (кстати, 85% наших фосфорных удобрений идет на экспорт).

Так на территории постсоветского пространства было не всегда — до развала СССР существовали государственные программы известкования, фосфоритования почв и многие другие. Положительный эффект от этих мероприятий ощущается до сих пор на многих еще незаброшенных и используемых в сельском хозяйстве почвах Нечерноземной зоны.

Так, с 1970 по 1985 год дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений, которые добавляли в почву, выросли почти в три раза (с 46,8 до 113,2 кг/га), потом они продолжали расти до 1988 года, а к 1995 году резко упали до 9 кг/га. Уменьшилось и количество органических удобрений (навоз, торф, сапропель и пр.), а также — примерно в пять раз — объем известкуемых кислых почв и фосфоритируемых земель. Надо сказать, что в развитых странах, наоборот, количество удобрений растет (она там в 2–4 раза выше, чем среднемировое) и их почвы чувствуют себя существенно лучше (табл. 1). Те немногочисленные агрохимические исследования, которые сегодня еще проводятся, говорят о том, что пахотным землям России, особенно в Нечерноземье, сильно не хватает: азота, фосфора, калия, кальция, магния, микроэлементов.

В почве все взаимосвязано, поэтому после анализа почвы «лечить» ее надо очень грамотно. Ведь все то, что мы внесли в нее, может влиять на поведение элементов, уже присутствующих там. Добавки могут пополнять запасы того или иного элемента или менять их подвижность (а следовательно, доступность растениям).

В почвах многих регионов страны не хватает и микроэлементов (табл. 3). Восполнить не достачу можно с помощью органических и минеральных удобрений. Кстати, в 1985 году была принята программа «Микроэлемен-

ты». Почвы предполагалось обследовать на содержание последних, а промышленность должна была обеспечить Россию к 2001 году разнообразными удобрениями с микроэлементами. Однако впоследствии о программе забыли. Только сейчас наметились кое-какие изменения — на рынке появились удобрения Буйского химического комбината (различные марки «Акварина»), которые улучшают питание растений не только макро-, но и микроэлементами. Микроэлементы как примеси входят и в калийные удобрения «Калимаг». Что же касается органических природных добавок, то, используя их, надо всегда помнить, что содержание микроэлементов в них сильно варьирует.

Конечно, нельзя не сказать о важнейшей составляющей земледелия — известковании почв. В 1991 году одна треть всех сельскохозяйственных угодий России приходилась на кислые почвы (рН меньше 5). С тех пор подробными исследованиями на эту тему никто не занимался и систематическое обследование не проводил. Поэтому сегодня трудно оценить реальные площади кислых земель. Это очень неприятное свойство, которое приводит к ухудшению ее физических и биохимических свойств. Особенно опасна повышенная кислотность на глинистых почвах. В них подкисление приводит к высвобождению из почвенных алюмосиликатов большого количества алюминия и марганца, которые в высоких концентрациях вредны для растений. Из-за них отмирает корневая система и растения сохнут при полной насыщенности почвы водой!

Количество кислых почв растет не только потому, что в них перестали добавлять известь. Дело в том, что минеральные удобрения зачастую бездумно применяют в физиологически кислой форме. Например, при добавлении аммонийных удобрений (аммиачной селитры, сульфата аммония), значение рН в прикорневой зоне может уменьшаться на 0,5–1,5 единицы за сезон, а кальциевая, калийная и натриевая селитры, напротив, могут увеличивать рН почвенного раствора. В результате физиологически кислые удобрения не работают, а сама почва становится еще кислее.

Есть еще один тонкий химический механизм, который редко учитывают. Опять-таки речь о кислых почвах — и о добавлении в них аммиачной селитры и сульфата аммония. Помимо дополнительного закисления, эти удобрения вытесняют из почвенно-поглощающего комплекса хлористый кальций и магний. Результат — еще большее закисление и разрушение структуры. Почвенно-поглощающий комплекс — это тончайшие коллоидные органо-минеральные частицы, на которых происходит большинство важ-

Таблица 3
Потребность земледелия РФ в микроудобрениях на 2000–2005 гг. (т., в пересчете на элемент)

Экономические районы	B	Mo	Cu	Zn	Mn	Co
В целом по РФ	7537	1558	4974	1710	2766	212
В том числе:						
Северо-Западный	319	675	343	2	2,5	12,7
Центральный	826	181	995	490	261	66
Волго-Вятский	407	117	398	—	—	24
Центрально-Черноземный	358	124	482	354	764	18
Поволжский	1694	289	689	448	1098	22
Северо-Кавказский	1131	160	423	393	640	17
Уральский	834	191	539	—	—	16
Западно-Сибирский	725	203	445	—	—	15
Восточно-Сибирский	390	140	366	22	—	14
Дальневосточный	252	853	290	—	—	10

Таблица 4

**Содержание тяжелых металлов
в удобрениях и мелиорантах, мг/кг**

Удобрения	Pb	Zn	Cu	Cd	Ni	Cr
Аммиачная селитра	0,3	0,5	1,0	0,3	0,9	0,6
Сульфат аммония	0,6	0,4	1,0	0,9	4,3	0,6
Мочевина	1,3	6,0	0,8	0,25	7,5	—
Суперфосфат двойной	38,0	14,2	13,0	2,5	17,0	41,0
Суперфосфат простой	42,5	19,3	14,3	3,5	24,8	10,0
Хлористый калий	12,5	12,3	4,5	4,3	19,3	0,5
Азофоска	10,5	31,1	20,0	1,3	11,0	3,2
Нитрофоска	5,0	7,6	10,8	1,0	4,3	3,2
Фосфоритная мука	30,0	81,0	45,0	1,3	73,6	40,0
Известняковая мука	37,5	21,0	5,8	5,5	30,0	37,0
Навоз	11,5	48,5	9,5	4,5	35,0	37,0

Таблица 5

**Тяжелые металлы в отходах,
используемых в сельском хозяйстве, мг/кг**

Удобрения	Pb	Zn	Cu	Cd	Ni	Cr	As	Hg
Зола ТЭЦ	0,1	675,0	862,0	0,0	108,0	80,0	57,0	0,1
Меловые отходы	45,0	80,0	60,0	2,0	10,0	46,0	63,0	130,0
Фосфогипс	42,0	67,0	49,0	5,0	9,0	69,0	130,0	17,0
Зола углей	77,0	342,0	60,0	16,0	320,0	31,0	880,0	103,0
Пиритные огарки	4500	10000	4000	—	—	—	1500	—

нейших химических реакций. Они регулируют поступление в почвенный раствор питательных элементов, до 70% которых растения потребляют именно оттуда. Главные катионы в этом комплексе — кальций и магний. Эти элементы во многом отвечают за комковатую структуру почвы, то есть вместе с гумусом склеивают почвенные частицы (они улучшают фильтрацию воды, при этом корни обеспечиваются достаточным количеством кислорода). Когда кальция и магния в почвенно-поглощающем комплексе мало, да еще и гумуса не хватает, почвенная структура становится непрочной и разваливается под действием воды и дождевых капель. На поверхности образуется корка, семена плохо прорастают, а корни плохо функционируют из-за недостатка воздуха. Наверное, как раз такие неудачные применения удобрений добавили нелестной славы «химии».

Кроме того, в закисление почв вносят вклад кислотные дожди, причина которых — промышленные выбросы в атмосферу оксидов серы и азота. В результате в Центрально-Черноземном, Поволжском, Северо-Кавказском, Восточно-Сибирском районах, в Курганской и Челябинской областях намного увеличилось количество кислых земель.

С известкованием тоже важно не переборщить. Дозу надо рассчитывать для каждой почвы отдельно, так как переизвесткование ухудшает питание растений фосфором, калием и микроэлементами.

Вы спросите: а где же гумус? Он, безусловно, образуется в агроэкосистеме, где остатки растений запахи-вают в почву (собственно, гумус и есть продукт их микробиологического разложения). Гумус — это не только природный запас питательных элементов, но и клей, который, склеивая минеральные частицы, оструктурирует почвы. Особо плохая ситуация с гумусом в Нечерноземной зоне России. Как пример можно привести сравнительно благополучную Московскую область, где в некоторых районах за последние 15 лет доля почв с низкой обеспеченностью гумусом выросла в два-три раза. Причина — опять же резкое снижение применения органических удобрений и практи-



чески полное прекращение известкования. Дело в том, что в кислых неизвесткованных почвах гумус становится более подвижным и вымывается из корнеобитаемого слоя. Конечно, надо обязательно, помимо известкования, максимально использовать с учетом особенностей каждой местности все виды органических удобрений: навоз, навозные стоки, торф и компосты на его основе, солому и прочее.

Специалисты знают, что почвы — это саморегулируемые системы, обладающие определенной буферностью (то есть способностью нейтрализовать вредное действие каких-то веществ). Первый сигнал, свидетельствующий о нарушении их нормальной работы, — это превышение содержания естественного уровня химических элементов, в том числе тяжелых металлов. Избыток микроэлементов может попадать в почву как нежелательная примесь из не прошедших санитарно-гигиенический контроль органических, минеральных удобрений и мелиорантов. Очень много тяжелых металлов содержится в промышленных отходах — пиритных огарках, сланцевой золе, осадках сточных вод коммунального хозяйства (табл. 4, 5), которые, как уже говорилось, сейчас применяют в качестве удобрений. Имеется много данных о том, что если неконтролируемо применять осадки сточных вод, то загрязнение тяжелыми металлами может быть очень длительным и иметь трудно предсказуемый характер.

Есть способы борьбы с тяжелыми металлами. Например, известкование и органические удобрения уменьшают их подвижность в почве. Компоненты удобрений могут адсорбировать металлы, вступать с ними в реакции ионного обмена, комплексообразования, не исключено даже осаждение гидроксидов металлов с компонентами удобрений. В такой связанной форме растения уже не могут их поглотить, и очаг загрязнения оказывается локализован. Поэтому удобрения и мелиоранты, помимо всего прочего, — очень важный фактор защиты почв.

Итак, подведем итоги. Химия — дело тонкое. Для того чтобы грамотно удобрять землю, надо очень хорошо представлять, какие процессы там происходят. А удобрять обязательно надо, ведь только так можно остановить стремительную деградацию почвенного плодородия. Она связана со снижением запасов питательных макро- и микроэлементов, гумуса, а также естественным подкислением почв. Причина этому — несбалансированное применение минеральных и органических удобрений. А часто вместо них и наряду с ними бесконтрольно используют отходы промышленности и коммунального хозяйства. В общем, пора бы расстаться с научно не обоснованным предубеждением к «химии на полях», пока наша безсхозяйственность не привела к необратимым последствиям.



Плодородие без гумуса и удобрений

Кандидат технических наук

О.В.Тарханов,

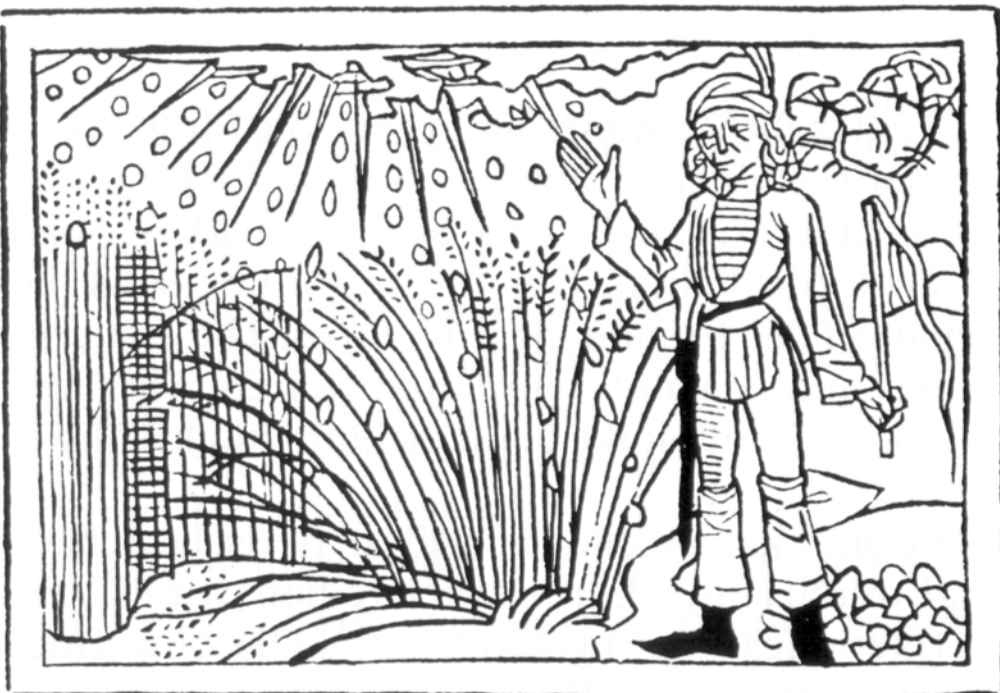
директор Башкирского

НИЦ по технологии

переработки органики

Давно известно: если на одном и том же месте много лет подряд выращивать сельскохозяйственные растения, урожаи снижаются. Почему это происходит и что нужно сделать, чтобы исправить ситуацию? Когда растениеводство стали изучать, были предложены различные концепции, объясняющие причины ухудшения почвенного плодородия. Две из них бурно соперничали между собой в первой половине XIX века, но в конце концов все же стали основой для альтернативных технологий, вошедших в арсенал современного земледельца. Это концепции гумусового и минерального питания растений. Называть их теориями нельзя при всем желании, потому что одна исключает другую и обе не описывают должным образом природный механизм питания растений. К сожалению, вытекающая из них практика столь губительна для агросферы, что назрела пора написать их в архив науки.

Гумусовая концепция возникла в конце XVIII века, в 1800 году ее сделал популярной немецкий агроном Альбрехт Тэер (1752–1828). И хотя позже эту концепцию жестко раскритиковал немецкий химик Юстус Либих, она в измененном виде дожила до наших дней. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно заглянуть в 3-е издание Большой советской энциклопедии. «Гумус (от латинского humus – земля, почва) – перегной, органическая, обычно темно окрашенная часть почвы, образующаяся в результате биохимического превращения растительных и животных остатков. В состав гумуса входят гуминовые кислоты (наиболее важные для плодородия почв) и фульвокислоты (креновые кислоты). В гумусе содержатся основные элементы питания растений, которые под воздействием микроорганизмов становятся доступными для растений» – такое определение дает энциклопедия. Она же поясняет: «Гуминовые кислоты содержатся в торфах (до 50%), в земляных бурых углях (до 60%), в плотных бурых и переходных углях содержание их меньше, а в ветривающихся бурых и каменных углях колеблется от 0 до 100% органической массы. В почвах максимальное количество гуминовой кислоты содержится в черно-



земе (до 10%). Гуминовые кислоты образуются при бактериальном разложении отмерших растительных остатков, а также при длительном воздействии кислорода атмосферы или пластовых вод на органическое вещество... Гуминовые кислоты – основная часть органического вещества почвы (гумуса), которая обуславливает ее плодородие».

Последнее утверждение в краткой форме выражает суть гумусной концепции. Из него следует: чем в почве больше гумуса, тем лучше для растений. Что и отмечали первые почвоведы, включая Тэера: на богатых этим веществом участках растительность развита лучше, чем на бедных. Это наблюдение и стало основанием для вывода: гумус составляет основу питания растений. Однако внимательный читатель не может не отметить, что в торфах, бурых углях и даже каменных углях на порядок больше гуминовых кислот, чем в черноземе. При этом ни торфяники, ни почвы, покрывающие поверхностные залежи бурых и каменных углей, не отличаются от черноземов более пышной растительностью, а скорее, наоборот.

Дело в том, что гумусовые вещества очень устойчивы к разложению микробами. Именно поэтому с течением времени они накапливаются в земной толще и при определенных условиях могут образовывать залежи торфа либо углей. Основная масса гумуса не участвует в процессе роста растений. Следовательно, утверждение энциклопедии о том, что «гуминовые кислоты – основная часть органического вещества почвы (гумуса), которая обуславливает ее плодородие», – научно несостоятельно. Авторы этого утверждения пренебрегли гигантским количеством органического вещества, которое ежегодно участвует в циклических процессах:

синтезируется растениями, затем с их отмершими остатками вновь попадает в почву и разлагается микроорганизмами. Именно эта органика и служит основой плодородия в отличие от гумуса – ничтожной ее части, практически минерализованной. Одним из доказательств этого утверждения может служить хотя бы такой факт: в почвах экваториальной зоны гумуса нет, однако местные крестьяне без всяких искусственных удобрений снимают по три урожая в год, а биомасса лесов огромна.

Как же тогда объяснить, что на почвах с большим количеством гумуса растительность обычно богаче, чем на однотипных, находящихся в той же климатической зоне? Дело в том, что большее количество гумуса свидетельствует о более длительных в масштабах геологического времени процессах синтеза и микробиологического разложения растительной биомассы. При этом биота дольше воздействовала и на материнские породы. В результате там сформировался другой почвенный поглощающий комплекс (так называют совокупность нерастворимых в воде минеральных, органических и органо-минеральных соединений, образовавшихся при формировании почвы и частично унаследованных от материнской породы). Он успел развиться от инертных форм с малой суммарной поверхностью и физико-химическим разнообразием входящих в него частиц до современных активных форм с большой суммарной поверхностью и разнообразием частиц. Именно поэтому почвы, в которых меньше гумуса, обычно менее плодородны, чем однотипные, но богатые гумусом. Следовательно, не количество гумуса – показатель плодородия почв, а способность почвенного поглощающего комплекса взаимодействовать с посту-

пившим в почву органическим веществом. Это свойство я предложил называть динамическим почвенным плодородием.

Почвоведы столкнулись и с таким примечательным фактом: «Черноземы Украины с 4–6% гумуса, казалось бы, должны были давать меньше урожаи, чем черноземы лесостепи Поволжья с 10–15% гумуса, а на деле получилось наоборот» (И.В.Иванов. История отечественного почвоведения). Следовательно, при оценке плодородия необходимо учитывать количество света, тепла и влаги, свойственные местному климату.

Теперь – экспериментальное доказательство ошибочности гумусовой концепции. Доктор биологических наук И.Ю.Мишина изучала, как наличие растительных остатков в почве влияет на рост и развитие ячменя. Если эти остатки тщательно убирала, то урожай был значительно ниже, и этот эффект не удавалось устранить ни минеральными удобрениями, ни увеличением в почве гумусовых веществ.

Об этих опытах писал доктор биологических наук А.Д.Фокин в книге «Почва, биосфера и жизнь на Земле». Он же объяснил, почему закрепилось ошибочное утверждение о том, что гумус увеличивает плодородие почвы: «До сих пор существуют весьма разноречивые взгляды на природу и сущность процесса гумификации. Ощущается явный недостаток сведений о процессах взаимодействия минеральных соединений почвы, удобрений, токсикантов с органическими соединениями почвы и т. д. Мы не можем подробно останавливаться на причинах сложившейся ситуации. Укажем лишь на важнейшую, которая, по-видимому, состоит в том, что до сих пор представление о процессах в почве составлялось не путем изучения собственно процессов, а на основании статических данных о состоянии органического вещества на начальных и конечных стадиях трансформации и взаимодействия веществ».

Гумусовую теорию питания растений заменила теория их воздушного и корневого питания минеральными веществами, основанная на выдающихся открытиях физиологов растений от Д.Пристли, Н.Соссюра и Ж.Буссенго до К.А.Тимирязева.

Однако известна также концепция минерального питания, которую связывают с именем немецкого химика Либиха. В 1840 году он выпустил книгу «Химия в приложении к земледелию и физиологии», где особое внимание обратил на азот, фосфор и калий. Ученый обнаружил эти элементы во всех растениях, понял, что они необходимы для нормального роста, и предположил, что почва постепенно теряет их, поскольку часть этих элементов вывозится с урожаем. Либих решил, что плодородие падает именно из-за этого, и предложил восстанавливать его, внося на поля искусственные минеральные удобрения.

При более тщательном рассмотрении можно увидеть, что это концепция не столько естественного питания, сколько искусственного минерального кормления растений. Приведем аналогию. Представим себе, что химический анализ кошек показал: они состоят из какого-то количества С, Н, О, N, P, K и других элементов. С помощью дополнительных исследований установлено, что соединений этих веществ требуется 100 г в сутки, не считая воды. При этом точно известно, что введение отдельных веществ перорально или через вену положительно сказывается на развитии кошек. Должна ли из этого следовать теория питания, приводящая на практике к кормлению животных смесями разных химических соединений? Ответ очевиден: животные предпочитают употреблять упомянутые элементы не в виде искусственных смесей, а в продуктах животного и растительного происхождения, в которые эти элементы упакованы самой природой.

Подобным образом экспериментаторы поступали и с растениями. В почву (в других экспериментах – в воду или прокаленный песок) добавляли разные добавки (соли калия, кальция, фосфора и других элементов) и смотрели, как те влияют на рост и развитие растения, на содержание в нем полезных веществ (например, белков и крахмала). Если эти показатели увеличивались в наибольшей степени, то считали, что подобраны оптимальные дозы удобрений. При этом растениям повезло: процесс их питания в целом не нарушался, а лишь изменялся внесением тех или иных веществ. Из всего этого следует, что теория минерального питания растений построена на неверной методической базе.

Основу питания растений составляют конгломераты различных минеральных и органических веществ, которые готовятся природой, в том числе и самим растением, в ризосфере (прикорневом слое почвы) и окружающей атмосфере. Здесь особо следует подчеркнуть, что вещества, составляющие эти конгломераты (растворы веществ и смеси различных газов), в идеальном случае должны быть сбалансированы.

Растения непрерывно синтезируют вещества из поступающих в организм растворов, газовых смесей и энергии. Кухней первых двух потоков служит почва, а поварами – микробы и само растение. Основное сырье – органическое вещество опада. Микроорганизмы используют органику для собственной жизнедеятельности, в ходе которой они, в частности, переводят минеральные вещества почвы в растворимое, доступное для растений состояние. И если им не хватает усваиваемой органики опада, они не могут выполнять эту важнейшую функцию. Точно так же и азотфиксирующим бактериям необходимы органические вещества для усвоения азота.



ДИСКУССИИ

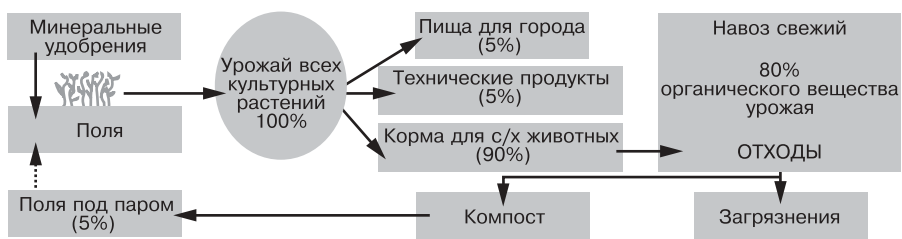
Со всеми этими фактами не считается «теория» минерального питания, поэтому она не более обоснованна, чем гумусовая. Обе они опираются на эклектичные наблюдения и представляют собой лишь гипотезы. Именно поэтому они антагонистичны только внешне, а по сути совпадают и в целом определяют порочное ведение мирового сельского хозяйства. Результаты давно не устраивают передовых общественных деятелей и ученых.

«Всего на земле, по экологическим оценкам, может использоваться под пашню и сельское хозяйство около 2,8 млрд. га, используется в современном земледелии 1,5 млрд. га, остающиеся 1,3 млрд. га – это как раз трудно осваиваемые почвы. За всю историю цивилизации человек уже испортил около 2 млрд. га некогда пахотных почв, превратив их в антропогенные пустыни и «дурные земли». Ежегодно из сельскохозяйственного использования в мире выбывают 15 млн. га плодородных почв, из которых половина приходится на отчуждение под строительство, транспорт и другие нужды, а половина списывается из употребления в результате опустынивания и деградации почв». (Г.В.Добровольский. Роль и значение почв в прошлом и будущем человечества. Экология и почвы. Избранные лекции X Всероссийской школы, октябрь 2001 г. Т. IV. Пушино, 2001).

«За последние 50 лет население Земли удвоилось (от 3 до 6 млрд.), а площадь зерновых на душу населения уменьшилась вдвое (от 0,25 до 0,10 га). Эти страшные цифры ставят жирный крест на наших надеждах компенсировать потери за счет освоения новых территорий. Нам надо научиться разумно использовать те ресурсы, то природное богатство, которое уже имеется в нашем распоряжении. А для этого надо в корне изменить наше отношение к почве, к оценке ее роли в биосферных процессах и системе жизнеобеспечения человека как биологического вида» (А.С.Керженцев. Флуктуации, метаморфозы и эволюции почв. Там же, с. 19).

Этих фактов более чем достаточно для постановки вопроса о причинах столь тяжелого состояния агроферры.

Беда в том, что концепции гумусовой и минерального питания одинаково относятся к главному веществу почвенной



1
Схема современной агросферы

«кухни» – органическому, еще не превратившемуся в гумус. Обе не считают его важным. А между тем это вещество каждый год в огромных масштабах вывозится с полей в виде урожая растений. 90% этой массы используется для приготовления кормов, а 80% переходит в навоз, то есть съедается, но не усваивается животными. Было бы правильно возвращать это богатство на поля. Но в свежем навозе гумуса нет, что не устраивает периодически «просыпающихся» сторонников гумусовой концепции питания растений. Присутствующие в навозе минеральные вещества (90% от их содержания в урожае) могли бы устроить сторонников концепции минерального питания. Однако свежий навоз нельзя использовать, поскольку в нем находятся яйца гельминтов, патогенная микрофлора, избыток нитратного азота и семена сорняков. Садоводы знают, что свежий навоз сжигает растения. К тому же навоз животноводческих комплексов содержит очень много воды, и его не выгодно вывозить более чем на три километра. Поэтому сторонники обеих антагонистических концепций согласились с компостированием навоза, не обращая внимание на то, что уже через месяц в нем практически не остается благотворного органического вещества, то есть корма для почвенных бактерий. В результате этого процесса в перепревающей навозной куче появляется гумус в количестве не более 10% от исходной органики, а от минеральных веществ остается не более половины. Первые аграрии радуются гумусу, вторые – минеральным веществам, и все считают, что компостирование не приводит к уменьшению питательной ценности навоза. Правда же заключается в том, что растениям не нужно первое, а второе в почвах и так есть в избытке.

Но даже полученный таким образом перегной никогда не использовался в сельском хозяйстве на всех полях. В лучшем случае он применялся на 5% этих полей под характерным названием «пары». Именно это и определило деградацию почвенного плодородия. В результате человечество потеряло за небольшой промежуток времени свыше одного миллиарда гектаров сельскохозяйственных угодий.

Эту трагедию предвидел один из выдающихся советских ученых, академик АН СССР В.Р.Вильямс. Он писал: «Ясен ог-

ромный вред агрохимического направления». В 1976 году на VIII Международном конгрессе по удобрениям в Москве отмечалось, что последствия использования минеральных удобрений носят «катастрофический характер для природы». Вот еще одно высказывание на эту тему: «По мнению многих ученых чрезмерная «загрузка» почвы веществами, созданными человеком без учета множества тончайших и важных процессов, которые происходят в почве с помощью разнообразных живых организмов, может привести к фатальным последствиям и деградации почвы, на создание которой природа затратила десятки тысяч лет» (К.В.Ананичев. Проблемы окружающей среды, энергии и природных ресурсов: Международный аспект. М.: Прогресс, 1975).

Обе концепции отражают две стороны одинаково потребительского отношения к ведению сельского хозяйства. Ущербность его – в пренебрежении органическим веществом, которое не должно гнить в навозных кучах и компостах, а должно работать на «кухне», где готовится пища для растений. Вот почему агросфера, производящая товары жизненной необходимости, оказалась в таком тяжелом состоянии. Это относится к сельскому хозяйству практически любой страны с развитыми растениеводством и животноводством. Можно построить такую схему (рис 1).

Из схемы следует, что современная агросфера – это разомкнутая система. Органическое вещество, накопленное в ней, не возвращается на поля, где рос урожай. Этим агроценоз отличается от естественных экосистем, где органика участвует в циклических процессах почвообразования и воспроизводства растительности. Год за годом органическое и неорганическое вещество выводилось и выводится из круговорота, и это – главная причина деградации почвенного плодородия и сокращения в размерах сельскохозяйственных угодий. Агросфера находится в неустойчивом состоянии, что приведет к такому же неустойчивому развитию человечества.

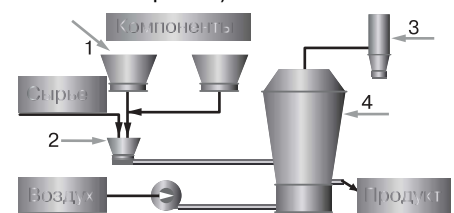
Первыми с этой проблемой столкнулись западные страны, где после работ Либиха почвенное плодородие пытались восстанавливать внесением минеральных удобрений. Дозы увеличивались год от года, но это не помогло. Вместе с тем известно, что на одном гектаре сельскохозяйственных угодий в пахотном слое имеется от 70 до 100 т питательных веществ в пересчете на азот-фосфор-ка-

лий. Эти вещества находятся в почвенном поглощающем комплексе. Следовательно, внесение легко растворимых минеральных удобрений не только вредно, но и бессмысленно.

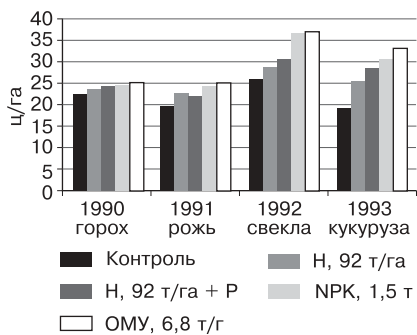
В 1987 году мы начали исследования в межведомственной лаборатории по технологии переработки органики Уфимского авиационного института. Мы поставили себе цель: изучив механизм взаимодействия почвы и растений, создать технологии, вовлекающие органические вещества урожая в круговорот в агроценозе. При этом опирались на труды выдающихся почвоведов и растениеводов К.А.Тимирязева, К.К.Гедройца, В.И.Вернадского, В.Р.Волубуева, А.Н.Илялетдинова, А.Д.Фокина, И.Ю.Мишиной, А.С.Керженцева, М.М.Ландиной. Мы исходили из того, что для правильного взаимодействия растений и почвы крайне важна деятельность многочисленных почвенных микроорганизмов. А их работа тем интенсивнее, чем больше органического вещества в почве в период вегетации. Нам стало ясно, что нельзя перерабатывать отходы животноводческих комплексов, птицефабрик и очистных сооружений городов и предприятий биологическими методами. При такой переработке почти все органическое вещество теряется, превращаясь в углекислый газ и воду, и происходит это за пределами поля. Кстати, компостирование растительных остатков в сельском хозяйстве (только в России более 300 млн. т) – это мощный источник CO_2 , загрязняющего атмосферу.

А каким требованиям должны отвечать технологии переработки ресурсов органического происхождения? Мы выработали такие критерии. Они должны сохраняться в конечном продукте изначальную питательную ценность свежей органики; обеспечивать глубокую дезинфекцию и дезодорацию; обеспечивать определенную влажность конечного продукта; уменьшать отрицательные свойства минеральных удобрений. Для внесения продукта в любые сроки и под любые культуры должна использоваться традиционная техника. Ну и, конечно, нельзя забывать о рентабельности производства.

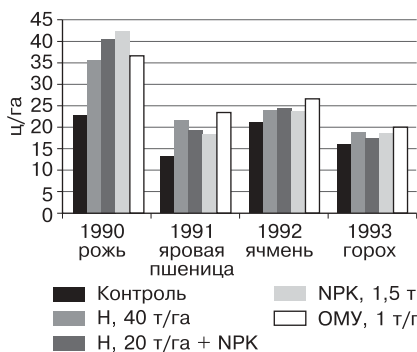
Рассмотрев множество разработанных в мире технологий, мы убедились, что ни одна из них не годится для воспроизводства почвенного плодородия. И нам пришлось создать свою (ее схема представлена на рис. 2).



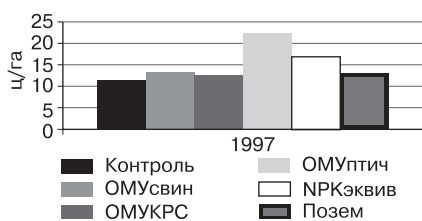
2
Принципиальная схема переработки ресурсов
1 – бункеры-дозаторы; 2 – реактор;
3 – циклон; 4 – аппарат кипящего слоя



3
Результаты испытаний органо-минеральных удобрений из навоза крупного рогатого скота в колхозе им. Салавата Юлаева (Ишимбайский район, республика Башкортостан). (N – навоз. Во всех удобрениях соотношения и количество питательных веществ – абсолютно одинаковы. Удобрения вносили один раз на весь срок испытаний, т.е. на четыре года)

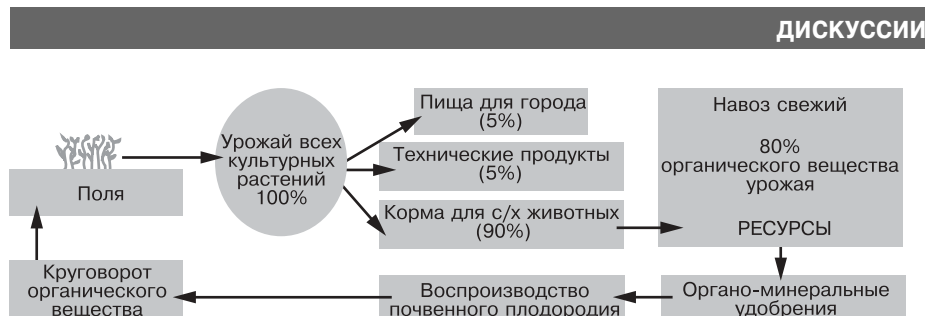


4
Результаты испытаний органо-минеральных удобрений из навоза крупного рогатого скота в колхозе им. Куйбышева (Ишимбайский район, республика Башкортостан)



5
Результаты испытаний органо-минеральных удобрений на яровой пшенице сорта Иргина при дозе внесения удобрений в 1,5 т /га, Пермская область. (Позем – продукт переработки птичьего помета в аэронавигационной трубе, получаемый при температуре свыше 1000 градусов.)

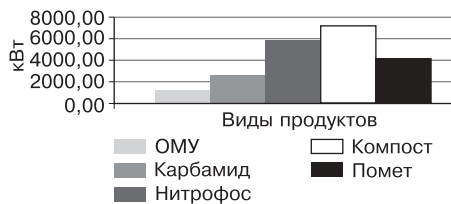
В 1995 году мы построили опытную установку, на которой произвели большую партию органо-минеральных удобрений (ОМУ) из различного сырья (свежего коровьего и свиного навоза, птичьего помета, осадков сточных вод). Это сырье и компоненты (минеральные



и органические вещества, не вредящие биоте почвы) в реакторе образуют многофазную гомогенизированную среду, в которой происходит дезинфекция и дезодорация сырья. Одновременно образуются трудно растворимые вещества, которые служат кормом для бактерий. В аппарате кипящего слоя из сырого продукта удаляется влага, чем достигается консервация продукта, и на выходе получают сыпучий продукт. Производительность установки – от 1 до 40 тонн в час. Органо-минеральные удобрения готовы для внесения в почву традиционными средствами в любое удобное время, не слеживаются, не вызывают ожогов растений, медленно нитрифицируются, поэтому не могут вызвать отравления людей и животных нитратами, являются надежным кормом для биоты.

В 1990–1997 годах прошли испытания этих удобрений в различных климатических зонах и в разных севооборотах. Результаты представлены на диаграммах (рис. 3–5).

На диаграммах видно, что органо-минеральные удобрения из вторичных ресурсов органического происхождения в целом лучше известных, то есть дают более высокую урожайность на единицу массы вносимого в почву продукта. Новые ОМУ эффективнее компоста не менее, чем на два порядка. К тому же затраты энергии на производство новых удобрений существенно меньше (рис. 6).



6
Энергозатраты на производство 1 т продукта

7
Оптимальная эколого-экономическая схема агроценоза

Новая технология рекомендована к освоению в промышленных масштабах Всероссийской межведомственной комиссией по утилизации отходов животноводства, учеными советами различных институтов, президиумом Уфимского научного центра РАН и ведущими институтами РАН.

Проведенные исследования и испытания показывают, что при доведении новой технологии получения ОМУ до серийного производства можно не только предотвратить деградацию почв сельскохозяйственного назначения, но и возродить исторические земли.

Оптимальная эколого-экономическая схема агроценоза представлена на рис. 7.

При такой схеме почти все органическое вещество урожая возвращается на те поля, где оно образовалось. Это обеспечивает устойчивое развитие агроценоза и человечества в целом.

Что еще можно почитать на эту тему

Иванов И. В. История отечественного почвоведения. М.: Наука, 2003.

Волобуев В. Р. Введение в энергетику почвообразования. М.: Наука, 1974.

Фокин А. Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле. М.: Наука, 1986.

Петербургский А. В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии. М.: Наука, 1979.

Тарханов О. В., Тарханова Л. С. Технология воспроизводства почвенного плодородия. Уфа: Башкирский НИЦ по технологии переработки органики, 1999.



Ювелирные металлы

Доктор технических наук

Л.Хатуль

Украшения — единственное, что позволяет нам примириться с властью мужчин. А.К.

Ювелирными называются металлы и сплавы, из которых делают ювелирные украшения. Употребление по столь прекрасному назначению определяется несколькими факторами: стоимостью, технологичностью, внешним видом, модой и тем, для чего нет нормального термина, но что было бы разумно назвать «эксплуатационной технологичностью». Вот с нее и начнем.

Эксплуатационная технологичность

По этому параметру, например, не проходят индий (мягок), свинец (мягок и при трении о кожу — ядовит), полоний (радиоактивен), ртуть (жидкая), галлий (плавится примерно при 30°C), медь (корродирует). Это — самые простые соображения, но есть еще такой малопонятный фактор, как совместимость с организмом. Состав пота и абразивные свойства кожи у разных людей неодинаковы: например, никелевое покрытие на латунных корпусах часов у разных людей разрушается с разной скоростью. Можно также предположить, что у некоторых людей возможна аллергическая реакция на те или иные металлы. Правда, разговоры об аллергенности никеля удивляют, если вспомнить, что уже век зубные протезы делают из нержавеющей стали, содержащей 10% никеля. Но кто же вспоминает о таких простых вещах, читая рекламу «совершенно нового гипоаллергенного сплава», отличающегося от обычной нержавеющей стали добавками, которые уж никак не могут уменьшать аллергенную активность. В большинстве случаев ничего, кроме конкурентной борьбы, за рекламой не стоит.



Технологичность

Это легкость деформации, прочность, твердость поверхности, возможность пайки различными припоями, способность, как говорят технологи, «принимать полировку» и т. д. Технологичность в данном случае не главный фактор — ювелирные украшения стоят достаточно, чтобы технологи напряглись и сделали, тем более что ни о каких суперзадачах вроде пайки сапфира с кварцем речи нет. В ювелирном деле по традиции неразъемно соединяют только металлы с металлами. А камни с металлами соединяют всякого рода лапками, усиками, завальцовкой, то есть изменяя размеры и форму металлической части украшения.

Хотя можно представить себе ситуацию, когда возникнет мода на камни, припаянные к оправе. Ничего нереального в этом нет — в электронике освоена пайка и алмаза, и сапфира, и кварца. Спрашивается, а почему бы камни не приклеивать? В технике клеевые соединения применяются часто, но ювелирная техника весьма консервативна, и склеивание применяется только при работе с более дешевыми, полудрагоценными камнями.

Внешний вид

Все металлы блестят, но коэффициент отражения может изменяться в определенных пределах, поэтому есть металлы светлые (серебро, коэффициент отражения около 0,95) и темные (вольфрам, 0,4–0,5). Кроме того, коэффициент отражения зависит от длины волны, и это дает окраску — например, если коэффициент отражения больше в длинноволновой части спектра, металл будет казаться красным (медь), если в середине спектра — желтым (золото). Иногда различия невелики — например, между никелем и хромом: никель чуть желтее. На цвет влияет наличие окисных пленок на поверхности — пленки толщиной порядка длины волны света (полмикрона) выглядят окрашенными в результате интерференции (анодированный алюминий, пленки на титане). На ювелирных металлах серь-



Мельхиор, вставка — агат



Серебро, перламутр, эмаль

езных окисных пленок не бывает (об экзотических исключениях будет рассказано дальше).

Связь цвета сплавов с их составом изучена слабо, и закономерности ее не установлены. Кроме тривиальной: небольшая добавка на цвет влияет слабо. То есть сплавы меди с малыми содержаниями присадок будут иметь цвет меди. Но слово «малый» имеет для разных металлов и присадок различное значение.

Стоимость

Драгоценными металлами (в обиходной речи — «драгметаллами») называют платину, золото, палладий, рутений, родий, серебро, осмий, иридий. Здесь явно видна смесь древней истории (золото и серебро) и Периодической системы. Ибо хотя, скажем, гафний и рений дороже серебра, но драгметаллами их не называют. Изучение техники — при наличии интереса к ее основам — быстро показывает условность классификаций.

Ориентировочные стоимости серебра, палладия, золота и платины — 0,2–7–14–30 долларов за грамм. Ос-

*Мельхиор, вставка – малахит**Сова
из алюминия*

мий в качестве ювелирного металла не применяют – он легко окисляется. Родий технологичен, но более дорог (около 70 долларов за грамм), и применять его нет особого смысла – вещь будет дороже, но этого никто не поймет. Разве что именно для этого случая будет создан новый дизайн и потрачены большие деньги на рекламу. Иридий сложен в технологии, стоит он примерно как палладий. Указанные числа – ориентировочные: стоимость металлов колеблется в зависимости от спроса, он, в свою очередь, зависит от объема применения. А использование, например, платиновых металлов в автомобильной промышленности зависит от все ужесточающихся норм на выбросы. С другой стороны, внедрение гибридных автомобилей сильно уменьшит выбросы и, возможно, снизит на какое-то время спрос на эти металлы.

Мода

Это, как вы понимаете, самое сложное – потому что здесь мы вступаем в сферу психологии. Существование моды обязано биологии – наличию у человека необходимости, с одной стороны, выделиться, чтобы заметили, с другой – выделиться не слишком, чтобы не отторгли, как чужого. Биологически это необходимо тому полу, который «выбираем», поэтому яркая раскраска у самцов многих животных означает всего лишь то, что выбирают самки. Заметим: самки человека (женщины) всегда знали, что выбирают самца для спаривания именно они. Самцы человека никогда не признают этого вслух, поэтому наличие мужской моды немного забавно, хотя и биологически обоснованно. А женская мода существует вовсе не для биологии и даже не для мужчин, а для своих. Впрочем, умные женщины знают это сами.

Ширина полосы свободы между «оказаться незамеченным» и «оказаться чужим» со временем колеблется, и вообще-то она уменьшается с улучшением вкуса и воспитания, поэтому попасть дизайнеру и модельеру в это окно бывает сложно. Поэтому на любом рынке, где присутствует более тысячи моделей с ценовым диапазоном хотя бы в два порядка (например, часы и ювелирные изделия), видно, что красивую и со вкусом сделанную вещь купить дешево, как правило, нельзя. Разумеется, бывают исключения – гениальный начинающий дизайнер прилетает в голубом вертолете и выставляет свои первые работы...

Другая функция ювелирного изделия – подчеркнуть индивидуальность обладателя, обозначить его социальный слой, иногда указать на статус. При этом статусный смысл украшения может заметно варьировать в зависимости от культуры – обручальное кольцо в одних культурах может быть только золотым (хоть и

дешевым), в других допустимы другие металлы, в третьих возможна и вставка из, например, муассанита (карбид кремния, SiC). Обозначение социального слоя также сложная и отчасти личная вещь: в одном слое общества женщина предпочтет маленький, но бриллиант, в другом – покрупнее, но муассанит, в третьем сэкономит и купит кольцо с фианитом, уповая на то, что подружки не поймут. Впрочем, вариации, связанные с личными предпочтениями, тоже существуют.

Исторически основными ювелирными металлами были золото, серебро и платина. Относительная их распространенность изменялась с эпохами и культурами. Известны и особые случаи: хрестоматийный пример – алюминий, который в середине позапрошлого века был очень даже ювелирным металлом. Иногда ювелиры и сейчас делают украшения из алюминия.

В области ювелирных металлов мода ограничивается вариациями фактуры поверхности (полированный, матовый) и цвета металла. Цвет же в основном задается какими-либо добавками к основному металлу, например золоту. Тем более, что чистое золото неудобно в эксплуатации – оно мягкое. Так что добавлять какой-то металл все равно придется.



Золото

Оно бывает белое, желтое, красное, розовое, зеленое; наверное, найдут и другие цвета. Желтое – это сплав с 12,5% Ag и 12,5% Cu, красное – с 25% Cu, розовое – с 21% Cu и 4% Ag, зеленое – с 25% Ag, белое – есть несколько вариантов: с Pt, с Pd и Ag, с Pd, Ag, Cu и Ni, с Pd, Ag, Cu, Ni и Zn. Вероятно, существуют и другие варианты. Смысл всех этих поисков в том,

чтобы получить сплав с заданным содержанием золота («пробой»), нужного цвета (в данном случае – белого), технологичный и коррозионностойкий. Сплавы с Pt и с Pd и Ag – белые, в остальных случаях иногда идут на усложнение технологии – покрывают белое золото родием. В этом случае оно становится вполне белым, но труднее определить, что таится под этим покрытием.

Помимо вышеперечисленных сплавов в ювелирном деле применяют интерметаллические соединения золота, в обиходной речи ювелиры называют их «металлиды». Например, соединение золота и алюминия (21,5%) имеет пурпурный цвет, его называют «аметистовое золото» (а технологи зовут его «пурпурной чумой»: его образование – одна из причин выхода из строя микросхем), с калием золото образует интерметаллиды фиолетового и оливкового цветов, с рутидием – темно-зеленого цвета, с индием – голубого цвета. В перечисленных двойных системах «золото–второй металл» имеется соответственно четыре, четыре, три и восемь соединений. Так что материала для экспериментов хватает. Все интерметаллиды хрупки, их можно использовать в качестве вставок в ювелирные изделия и обрабатывать как драгоценные камни.

Для придания золотым сплавам серого или черного цвета поверхность изделия покрывают слоем «черного родия» или «черного рутения» (пленка оксида, возможно, более темная из-за шероховатости) или углеродом. Сплав черного цвета можно также получить, окисляя сплав золота с кобальтом и хромом – при этом на поверхности образуется пленка окиси хрома, «черный хром». Можно сделать коричневое золото – создав на поверхности сплава золота с медью пленку соединений коричнево-черного цвета. Правда, при этом совершенно непонятно, зачем под этим черным или коричневым слоем золото и, собственно, есть ли оно там вообще.

...А скоро мы узнаем о совершенно новом, потрясающе стойком к истиранию, «с пожизненной гарантией» золоте – каком-нибудь дисперсно-упрочненном. Или – особенно в свете новых веяний – о «нанозолоте», отличающемся от обычного повышенными расходами на рекламу и ценой. Или об «изотопном»... хотя с золотом этот фокус не пройдет – у него лишь один стабильный изотоп! А вот у платины, между прочим, пять.



Платина

В отличие от золота, к платине легирующие добавки применяются для изменения не цвета, а тех ее свойств, которые важны при изготовлении изделия (усадка при литье, твердость, упругость, пластичность) или эксплуатации (износостойкость). Так, медь повышает твердость и прочность платиновых сплавов, иридий и вольфрам увеличивают твердость и модуль Юнга (жесткость), кобальт улучшает литейные качества, палладий увеличивает пластичность. Но все эти решения не носят специфически ювелирного характера – это общие металлургические приемы. Более того, технологические присадки могут ухудшать внешний вид, делая сплав серым, поэтому иногда платиновые сплавы покрывают родием, который имеет высокий коэффициент отражения (0,75) и стоек к истиранию. Иридий еще более стоек (им покрывают кончики перьев авторучек), но у него меньше коэффициент отражения (0,6), то есть он темнее и к тому же менее технологичен. По коэффициенту отражения «промоутеры» сравнивают иногда родий с серебром, но у серебра коэффициент отражения в видимой части спектра более 0,95, то есть оно заметно светлее.



Серебро

Основная добавка к серебру – медь, ее применяют для управления технологическими свойствами (твердостью, упругостью, пластичностью, коррозионной стойкостью); часто добавляют цинк, реже – другие металлы. При большом содержании меди сплав становится желтым, ювелиры такой почти не используют. Применение серебра в ювелирных изделиях определяется в значительной мере традицией, при этом низкая стоимость самого металла большой роли не играет. Хотя титан и сталь дешевле, но мода на них только создается, а за серебром – многовековая традиция. Для придания не-

совсем белым сплавам серебра хо-рошего белого цвета его иногда покрывают родием. При этом, правда, опять-таки становится непонятно, что под этим родием – серебро, «белое золото» или вообще что-то третье. Так что приходится доверять фирме, торговой марке и так далее.



Мельхиор

Это сплав меди и никеля (25%), применяется в основном для изготовления столовых приборов, посуды и шкатулок. Иногда из него изготавливают и ювелирные изделия (перстни, серьги, браслеты), чаще всего – посеребренные с вставками из полудрагоценных и поделочных камней. Часто «мельхиором» называют другой сплав с близкими свойствами – нейзильбер, сплав меди, никеля (15%) и цинка (20%), «МНЦ» или «МНII 15-20».



Палладий

Палладий по всем свойствам близок к платине, да и по внешнему виду неотличим от нее. Сплавы палладия, применяемые на практике, содержат серебро, никель и медь. Все они технологичны и имеют белый цвет. В ювелирном деле палладий пока применяют редко – продавцам сложно объяснять клиентам, почему эта вроде бы платина дешевле платины. Палладий с индием образует цветные интерметаллиды ($PdIn$, Pd_2In , Pd_3In_2), которые могут стать ювелирными – если кто-то вложит деньги, чтобы «вывести» их на рынок, создать моду и спрос. Впрочем, интерметаллиды хрупки, такое кольцо не технологично, как вставки они вряд ли составят конкуренцию камням, надо придумать что-то совсем оригинальное... может быть, браслет с массивными вставками из интерметаллидов? Но стоить он будет немерено.

Вообще же игра в цвета (например, появление коллекционных монет с цветным эмалированием) есть часть общего в последние десятилетия дви-

жения высокой культуры вниз, в массы. Сюда можно отнести, например, все связанное с ростом популярности бижутерии. Просто средний класс в развитых странах богатеет и тянется к высокой культуре. Настоящая же высокая культура в ювелирной сфере — это выверенные пропорции или новый, одновременно и оригинальный, и не вычурный дизайн. И эта культура для среднего класса все-таки дороговата. Отсюда и замена алмаза на муассанит (или еще дешевле — на фианит, «cubic zirconia»). Да и для восприятия культуры чаще всего нужно «окончить три университета», то есть вырасти в ее лоне. Поэтому, когда культура идет вширь, всегда возникает некоторое опрощение.



Титан

Титан — серого цвета, при наличии окисной пленки на поверхности может иметь розовый, фиолетовый, голубой оттенки. У окисной пленки относительно низкая стойкость к истиранию, поэтому данный прием применять надо осторожно. (Новые титановые альпинистские карабины фиолетового цвета, использовавшиеся — серые.) Сейчас титан довольно агрессивно рекламируется — впрочем, как и вольфрам, и сталь. Похоже, что доля и сегмент рынка, который будет в итоге освоен каждым из этих материалов, зависят в первую очередь от того, найдут ли дизайнеры в этих случаях специфический запоминающийся дизайн и смогут ли промоутеры закрепить его на рынке. Вполне возможно, что они частично займут зону бижутерии.



Вольфрам

Этот металл тверже и износостойчивее перечисленных выше, он тяжел, как золото, и лишь на 10% легче платины (те, кто рекламирует его «тяжесть», эти цифры обычно не называют). Сам по себе он не дорог, но технологически сложнее прочих. Хотя в электронной промышленности из вольфрама делают то, чего обычно не делают ни из платины, ни из золота... Пока изделия (кольца) из вольфрама

выполняют в подчеркнуто мужском, «техническом», простом дизайне. Но в этом случае возникает сильная конкуренция и с титаном, и со сталью.

Рекламируют также кольца из карбида вольфрама, изготовленные методами порошковой металлургии (спеканием) из порошка карбида вольфрама (W_2C). В некоторых случаях для облегчения спекания используется добавка кобальта — как в резцах. В принципе вольфрам может быть карбидирован с поверхности (как в некоторых ювелиры, кажется, пока не используют. Карбид вольфрама режет стекло, и мы еще увидим рекламный ролик, в котором очаровательная блондинка пытается разрезать пуленепробиваемое стекло бриллиантом, но он, увы, крошится, а просто Бонд, расправив плечи, своим простым и мужественным карбид-вольфрамовым кольцом... ну и так далее.



Сталь

В качестве ювелирного материала обычно рекламируется сталь 316L. От самой обычной хромоникелевой нержавеющей (X18H10T и т. п.) она отличается добавкой нескольких процентов молибдена и нормируемым (тоже несколько процентов) содержанием марганца — как раскислителя, вместо титана. Это так называемая хирургическая сталь, которая хорошо «держит лезвие» и стойка к износу. Поскольку она содержит хром, то ее довольно легко сделать черной.

Об осторожности при чтении

Информации насчет ювелирных металлов хватает — и на бумаге, и в Интернете. Нужно только быть осторожным, чтобы не поперхнуться, читая некоторые пассажи. Вот выбранные наугад примеры. «Не стоит надевать изделия из серебра на занятия спортом, а золото — в солярий. Серебро темнеет от пота, а золото от излучения». «Золото — первый из открытых человеком металлов. Относится к группе химических элементов периодической системы Менделеева». «Титан является единственным элементом, обладающим силой стали, и с весом сравнимым с алюминием». «Корпус часов изготовлен из нейзильбера (технического сереб-

Автор благодарен за консультации специалисту по ювелирным изделиям, пожелавшей остаться неназванной, а также фирме «Сусальное золото» из Санкт-Петербурга.



РАДОСТИ ЖИЗНИ

ра), символика КГБ и ФСБ на корпусе часов покрыта цветной эмалью». «Главная трудность заключалась в соединении различных частей алюминия между собой: процессы по сплавлению проводились при помощи других металлов — магнезии, этана, серебра». «Но родий и золото взаимно почти не растворяются, механические напряжения в родиевых покрытиях велики». «Титан легче, чем вольфрам, при ненамного меньшей плотности». «Палладий более плотный металл, чем золото, поэтому аналогичные изделия из палладия будут более тяжелыми и соответственно более дорогими, чем из золота». «Титан — это самый твердый природный металл в мире». Титан и не самый твердый, и не металл. Не говоря уж о том, что как о природных металлах можно говорить только о самородных, к которым титан обычно не относят, да и твердость их зависит от примесей. И еще имейте в виду, что ZrO_2 (фианит) называют то цирконом, то цирконием, то кубиком циркония, то кубическим цирконом. Не открыть ли нам конкурс на новое название?

Для проверки некоторых данных нужны специальные знания. Но другие легко проверить с помощью того же Интернета. Например, заявления об огромной популярности того или иного металла в качестве ювелирного оцениваются запросом в Яндексе, состоящим из названия металла или сплава и слова «ювелирный», скажем, «в одной фразе». И тогда обнаруживается, что частоты упоминаний различных металлов в ювелирном контексте в англоязычном (левая колонка) и русскоязычном (правая колонка) Интернете таковы (количество страниц/количество сайтов):

Золото	200 000/1 200	45 000/2 400
Серебро	140 000/1 500	27 000/2 100
Платина	20 000/960	7 800/1 400
Титан	9 400/780	370/88
Сталь	8 300/590	190/69
Вольфрам	1 400/190	22/7
Палладий	250/120	1 100/330



Нанотехнологии как национальная идея



Фото Л. Стрельниковой

Генрих Эрлих

Несколько лет назад о нанотехнологиях никто слыхом не слыхивал, ныне же складывается впечатление, что это слово по частоте упоминания соперничает в СМИ с «демократией», уступая только «катастрофам», «скандалам» и, естественно, «президенту». Общество в целом относится к нанотехнологиям... да никак не относится. Сформулировать отношение можно к чему-либо понятному, а что такое нанотехнологии, общество в целом не понимает. Поэтому преобладают эмоции: ирония, раздражение, безразличие или спорадический энтузиазм, как в отношении к любой «кампании». К достоинствам этой относится разве что ее позитивная направленность, в отличие от других «наукоемких» кампаний вроде озоновых дыр, глобального потепления и атипичной пневмонии. Сообщения СМИ лишь укрепляют уверенность в том, что это не более чем очередная кампания. Стоило президенту объявить поход за нанотехнологиями и пообещать огромное по российским меркам материальное обеспечение, как понеслись рапорты о внедрении уже готовых разработок на основе нанотехнологий. Первым было сообщение об укладке на трассе под Нижним Новгородом нового дорожного покрытия, включающего модифицированный на молекулярном уровне битум. Не прошло и недели, как провели успешное испытание сверхмощного, самого мощного в мире неядерного боеприпаса, созданного на основе нанотехнологий. К слову сказать, при широком толковании этого понятия указанные разработки действительно можно отнести к сфере нанотехнологий. Но российский обыватель, даже бесконечно далекий от проблем науки и техники, отлично знает, что в нашей стране путь от научной идеи до практической реализации занимает не годы, а десятилетия, и

делает логичный вывод, что эти разработки начинались тогда, когда даже на Западе нанотехнологии относились к области научной фантастики. А тут еще запустили наноспутник весом 5 кг – от такого сообщения у любого голова пойдет кругом.

Непонимание общества в целом обусловлено недостатком информации. Но есть ли понимание во властной элите? Точный ответ на этот вопрос дать затруднительно опять же за недостатком информации, но складывается впечатление, что понимания нет и там. Как представляют чиновникам нанотехнологии? Игла силового микроскопа перетаскивает по поверхности атомы, собирая некую заданную конструкцию, например фамилию из пяти букв. Это завораживает. С другой стороны, никакой тайны. Это для того, чтобы вникнуть в механизм реакции водорода и кислорода с образованием воды, нужно специальное образование, а тут все понятно, как кирпичная кладка или как выстраивание вертикали власти. Далее мысль чиновника претерпевает туннельный переход непосредственно к грядущим выгодам. Выгоды эти в соответствии с последними веяниями лежат исключительно в материальной области, в сфере экономики. Нанотехнологии рассматриваются в качестве локомотива новой «экономики знаний», которая выведет Россию на лидирующие позиции в мире. Ставка на нанотехнологии имеет под собой веские основания, нанотехнологический пирог, испеченный по рецептам западных экспертов, тянет на много триллионов у. е., и было бы хорошо отрезать от него кусок посolidнее. Впрочем, более уместно говорить не о пироге, а о шкуре медведя, не то что не убитого, но еще лежащего у утробе матери.

А что же наше научное сообщество? Каково его отношение к нанотехнологиям? Имеется, конечно, некоторое



свое поступательное развитие, и атомами будут манипулировать с неменьшим усердием, потому что это рано или поздно принесет и ощутимые результаты, и экономические дивиденды.

Какое отношение это имеет к российской национальной идее? Никакого. Но откуда следует, что мы намеревались поговорить о нашей национальной идее? Все написанное выше есть не более чем предисловие и иллюстрация того, как чужие идеи преломляются и реализуются в нашей российской действительности. Так что речь пойдет о Западе, точнее, о США. Именно там нанотехнологии небезуспешно пытаются возвести в ранг национальной идеи. Бред, скажете вы. Не будем вступать в бессмысленный спор, ярлык же никогда не поздно навесить. Так что давайте просто рассмотрим положение с нанотехнологиями в США.

Начнем опять издали. После распада Советского Союза вместе с экономической катастрофой произошел идеологический коллапс. Наше общество в целом потеряло жизненные ориентиры и с некоторой завистью взирало на Запад, у которого эти ориентиры, как нам казалось, имелись в дополнение к экономическому благосостоянию. И за своими заботами мы как-то не замечали, что в тех же США в 90-е годы тоже наблюдался идеологический раздрой. Вся жизнь человечества на протяжении большей части XX века структурировалась вокруг противостояния двух социальных систем. Политика, экономика, идеология рассматривались сквозь эту призму. Наука и технологии тоже не оказались в стороне. Беспрецедентный рывок космических исследований был обусловлен в значительной мере соперничеством СССР и США. Неудивительно, что после окончания холодной войны интерес к космосу резко упал — все летающие по сей день американские шаттлы сделаны еще в те далекие времена. Передовая советская наука была почти полностью привязана к ВПК, разрушение которого предопределило многие кризисные явления в современной российской науке.

Образ врага консолидировал общество внутри страны, консолидировал страны, принадлежащие к одному лагерю, и способствовал выработке общего для каждого лагеря пакета ценностей, который предлагали неприсоединившимся странам. После распада СССР и краха социалистической системы наступил идеологический хаос. Начались поиски стержня, вокруг которого можно было заново структурировать жизнь общества. Не следует понимать это просто как поиск новой цели развития западного мира после достижения очередной цели — победы над давним соперником. К целеполаганию это не имеет никакого отношения. Искомый стержень — не стрелка компаса, указующая путь, а всего лишь арматура, на которой держится вся конструкция. Еще его можно назвать национальной идеей. Зачем Америке национальная идея, если у нее есть американская мечта и американские ценности с главной среди них — демократией? Оказалось, что этих ценностей уже недостаточно для консолидации даже американского общества, весьма сильно изменившегося за последние два десятилетия. Еще менее привлекательными они выглядят

количество восторженных энтузиастов, но в целом отношение спокойное, взвешенное и даже осторожное. Никто, конечно, не отрицает, что нанотехнологии есть, что еще больше их может быть создано и часть из них будет доведена до практического использования и принесет ощутимую выгоду. Признавая это, ученые отнюдь не бросаются в новую область, а продолжают заниматься своими исследованиями, лишь вставляя где можно префикс «нано», потому что только под него можно сейчас получить финансирование. Здесь нет никакого обмана или лукавства. Дело в том, что нанонаука отнюдь не зародилась на рубеже XX и XXI веков, а нанообъекты были предметом изучения науки на протяжении всей ее истории. И нанотехнологии, понимаемые не в узком смысле манипулирования атомами посредством силового микроскопа, а в более широком смысле оперирования нанообъектами, использовались еще в древние времена. Поэтому когда ученые слышат о том, что нанотехнологии позволяют получить катализаторы нового поколения, они лишь недоуменно пожимают плечами, ведь подавляющая часть катализаторов, используемых в промышленности, имеет наноструктуру. Что уж говорить о природных катализаторах — ферментах, имеющих наноразмеры. Да и мы с вами представляем собой ходячие ассоциаты нанообъектов.

Парадокс ситуации заключается в том, что нанотехнологическая революция, свидетелями которой мы являемся и о необходимости которой говорят с высоких трибун, базируется на нанонауке, в которой нет ничего революционного. Это, в терминах Т.Куна, «нормальная» (ordinary) наука, соответственно и отношение к ней — нормальное, спокойное. Многие ученые разделяют с обществом отношение к истерии по поводу нанотехнологий как к очередной кампании или, точнее, к очередной волне. Вся история науки состоит из таких волн. Открытие, резкая интенсификация исследований, эйфория от ожиданий грядущего чуда, разочарование от несоответствия результатов ожиданиям, спад, рутинизация. Сколько их было! Кибнетика, высокотемпературная сверхпроводимость, расшифровка генома, сейчас — водородная энергетика. Поэтому многие полагают, что наша власть — распорядитель фондов — через какое-то время поймет, что манипулирование атомами посредством силового микроскопа не приносит ожидаемых экономических дивидендов, а только требует все возрастающих затрат, и на этом основании, охладев к нанотехнологиям вообще, закроет краник. Но это ничего принципиально не изменит. Для всего остального будет придумано новое название, наука продолжит

для незападных стран, которым их приходится навязывать силой, иногда военной. Неудивительно, что в США все меньше говорят о западных ценностях, – в моде сейчас мультикультурность, и тем самым США как бы дистанцируются от западного мира, безоговорочным лидером которого они были на протяжении десятилетий.

Впрочем, эти шараханья свойственны не только США, но и всему западному миру. Перепробовано многое: защита окружающей среды, права человека, устойчивое развитие, глобализация. По разным причинам ничего не подошло.

И вот в 2000 году президент США при поддержке Конгресса запустил Национальную нанотехнологическую инициативу (ННИ – NNI). Проект, несомненно, выдающийся по проработанности, значимости целей, широте, глубине и перспективам, а также по объему финансирования. В наших СМИ и в специальной литературе при обсуждении ННИ акцентируют внимание именно на технологиях, а еще точнее, на объеме средств, выделяемых на научные исследования, разработку и внедрение технологий. Это действительно самая затратная часть проекта, но ею далеко не исчерпывается содержание ННИ, более того, это не самая важная часть.

Сначала о целях. Нанотехнологии в сочетании с традиционными технологиями уже в обозримом будущем позволят (цитируем по книге «Nanotechnology: Social Implications», Springer, 2007, с.23):

- избавиться от техногенных загрязнений окружающей среды благодаря внедрению «чистых» технологий;
- начать ликвидацию негативных экологических последствий предшествующей деятельности человечества;
- ликвидировать голод;
- дать возможность слепым видеть, а глухим слышать;
- искоренить болезни и обеспечить защиту от болезнетворных бактерий и вирусов;
- увеличить продолжительность и качество жизни благодаря ремонту, а в конечном счете и замене слабеющих органов.

Этот список можно продолжить. Будет повышена как личная, так и общественная безопасность благодаря повсеместному внедрению в городах сети химических, биологических, радиологических или ядерных (CBRN) сенсоров, в том числе индивидуальных, позволяющих осуществлять мониторинг окружающей среды в режиме реального времени. Дешевые автономные системы функционирования жилища, «умные» текстильные материалы, способные реагировать на внешнее воздействие, и материалы, устойчивые к загрязнению, сделают нашу жизнь комфортнее. Интеллектуальные способности человека будут расти как на дрожжах за счет имплантации электронных чипов в мозг, а также разработки лекарств, усиливающих память или удаляющих ненужные воспоминания. Да и сама природа человека будет улучшена с помощью генетического скрининга, генной терапии, «генетических» лекарств и, как итог, генетического выбора потомства. (Подчеркнем, что все работы, связанные с генами, могут быть отнесены к сфере нанотехнологий, о чем часто забывают даже специалисты, делающие основной упор на разработку неорганических материалов.) Не забыты, естественно, и военные приложения. Предполагается, что развитие военной робототехники, создание «суперсолдата» с увеличенными физическими возможностями и других приложений изменят природу войны и в конечном счете сделают ее бессмысленной и невозможной.

Все перечисленное отнюдь не относится к области научной фантастики, работы во всех этих направлениях уже ведутся, и, по оценкам информированной «RAND Corporation», все эти технологии могут быть внедрены уже к 2020 году, правда, с разной вероятностью. Можно ска-

зать, что ННИ направлена на претворение идей научной фантастики в жизнь.

Мы пока ничего не сказали об экономике. В этом одна из особенностей ННИ. Как у нас представляют внедрение нанотехнологий? Насадим нанотехнологии, и Россия немедленно превратится в цветущий сад, все сразу будет жить богаче и лучше. США оценивают перспективу экономического роста гораздо сдержаннее, реализация ННИ позволит увеличивать производительность национальной экономики «как минимум на 1% в год» («Nanotechnology: Social Implications», с.33). Суть дела не в валовых показателях (на которых мы несколько зациклены), а в структурной перестройке экономики. Собственно, процесс идет давно, его верно подметил еще Э.Томфлер в «Третьей волне». Это – «демассификация» производства. На смену индустриальным гигантам приходят небольшие наукоемкие производства. Переход к нанотехнологиям, при которых непропорционально, но все же заметно снижаются потребности в производственных площадях, рабочей силе, потребляемых ресурсах и энергии, очистных сооружений и т. п., завершает этот процесс. В принципе ничто не препятствует частному лицу разместить исследовательскую лабораторию и производство у себя дома. С учетом дальнейшего развития информационных и коммуникационных технологий все это порождает совершенно иной образ жизни.

Американцы принялись за дело с присущей им основательностью. Во-первых, государство вложило большие деньги в развитие инфраструктуры научных исследований. Были созданы нанотехнологические центры в 60 университетах страны и пять сетей. (Подробнее об одном из таких институтов, а также о ННИ в целом читайте в следующей статье). За первые три года реализации программы было выдано 2500 грантов приблизительно 300 академическим организациям и приблизительно 200 предприятиям малого бизнеса и некоммерческим организациям во всех 50 штатах.

К исследованиям было привлечено около 40 000 специалистов, имеющих опыт работы по крайней мере в одном аспекте нанотехнологий. Открылись курсы переподготовки специалистов, работающих в других отраслях промышленности. Параллельно началась расширенная подготовка молодых специалистов в университетах по новым программам, ориентированным на нанотехнологии. Более того, началась реорганизация всей системы образования

Американские наночудеса

Рубашка-генератор

Ученые из Технологического университета Джорджии во главе с профессором Чжун Линьваном (zhong.wang@mse.gatech.edu) медленно, но верно двигаются к цели: обеспечить солдата армии США надежным источником электричества, чтобы он мог питать многочисленные электроприборы своей амуниции – от прицела ночного видения до сотового телефона и плеера. Основой такого генератора служат нановолокна пьезоэлектрика – оксида цинка. Если их сгибать-разгибать, они вырабатывают электричество и способны собрать энергию, которая возникает при трении, скажем, стелек ботинка о его подошву. Не далее как в апреле 2007 года генератор представлял собой две соприкасающиеся



в стране, включая школьное. Цель этой реорганизации – повысить уровень образования молодого поколения Америки, который уже не соответствует новым задачам. Много делается для изменения менталитета американских школьников, интерес которых к науке и технологиям устойчиво падал на протяжении многих лет. Вся система образования должна строиться вокруг нанотехнологий. Так как они объединяют в себе физику, химию и биологию, то эти дисциплины необходимо преподавать не по отдельности, а в гармоничном комплексе. Существенно, что вокруг этого же ядра в США намерены строить и преподавание социальных наук. В широком плане реализация ННИ предполагает изменение всего строя мышления, переход от редукционистского подхода, характерного для западного человека, к холистическому.

Все это выглядит очень заманчиво. Неудивительно, что программа нанотехнологий (пусть и воспринятая, как нам кажется, в усеченном виде) вызвала безоговорочное одобрение российской власти и научного сообщества, которое при всех сделанных выше оговорках не могло не приветствовать долгожданных значимых инвестиций в отечественную науку. Между тем отношение к ННИ как в самих США, так и в мире нельзя охарактеризовать как «безоговорочное одобрение». Недаром заметная часть средств, выделенных государством в рамках ННИ, тратится на разъяснение сущности программы, на исследования по социальным и этическим последствиям ее реализации, на выработку новых законодательных актов. А в выступлениях американских чиновников звучат такие пассажи («Nanotechnology: Social Implications», с.22–23): «Первое: нанотехнологии грядут и ничто их не остановит. Второе: даже если бы их можно было остановить, это было бы неэтичным. Третье: США лидируют в мире не только по исследованиям в области нанотехнологий, но и по связанным с ними общественным и этическим проблемам». Риторика, более подходящая для стратегической оборонной инициативы, чем для научно-технологического проекта.

Какие же возражения вызывает ННИ?

Во-первых, не все понятно с безопасностью нанотехнологий. Мир будет насыщен искусственно сделанными нанобъектами, включенными в состав строительных материалов, бытовой техники, одежды и т. п. Без всяких техногенных выбросов нанобъекты вследствие их малости будут носиться в воздухе, попадать в питьевую воду, внутрь

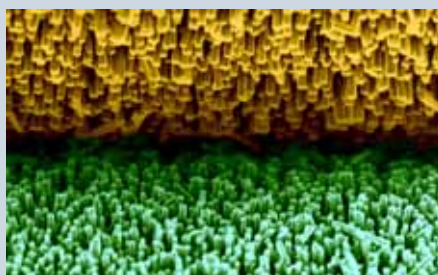
нашего организма, внутрь клеток. Какие изменения они там могут произвести? Ассортимент нанобъектов может быстро превзойти количество вредных химических и биологических соединений и организмов, подлежащих мониторингу. Для всех них придется разрабатывать методы контроля, выпускать соответствующие сенсоры. Насколько этот контроль будет эффективным? И где гарантии, что все выпускаемые нанобъекты будут проходить тестирование на физиологическую активность? Ведь эта область развивается очень динамично, так что объекты будут выбрасываться на рынок без надлежащего тестирования.

Во-вторых, неочевидность социальных последствий. Возьмем те же структурные изменения в промышленности. Далеко не всем они приходятся по вкусу, особенно специалистам, занятым в традиционных отраслях. Когда мы говорим о развитии нанотехнологий в России, то одним из самых весомых аргументов в пользу этого называется создание новых рабочих мест. Для американской промышленности этот же процесс означает сокращение рабочих мест. То же относится и к изменению образа жизни в связи с «демассификацией» производства. Многих вполне удовлетворяет их нынешняя жизнь, и они не стремятся к переменам. «Третья волна» смысла американскую (и европейскую) семью, какие еще традиционные ценности похоронит революция нанотехнологическая?

Это лишь некоторые из «внутренних» возражений. Есть и «внешние». Здравомыслящие люди не прельщаются несомненно благородными и высокими целями, заявленными ННИ. Снижение остроты продовольственной проблемы в мире будет достигаться за счет генетически модифицированных (ГМ) продуктов. Не вдаваясь в дискуссию о безопасности этих продуктов, заметим, что страны Западной Европы недвусмысленно выражают свою позицию

кремниевые пластинки, на одной из которых стояли торчком волокна из оксида цинка, а на другой была нанесена платина с нанорельефом. При скольжении друг по другу такие пластинки площадью 6 мм² вырабатывали ток до 800 нА и напряжение в 20 мВ.

Теперь же пришла пора гибких материалов. Те же самые нановолокна оксида цинка ученые вырастили на волокнах кевлара – прочного полимера, который идет, в частности, на изготовление бронжилетов. Для этого сначала на кевлар наносили слой еще одного полимера, затем методом магнетронного распыления создавали зародыши оксида цинка и, наконец, помещали его в реактор, где нановолокна росли в течение 12 часов при 80°C. Все завершилось нанесением еще одного слоя защитного полимера. В результате кев-



лар покрылся плотной щеточкой оксидных нановолокон.

Далее на часть кевларовых волокон нанесли еще и золото, а затем соединили такие позолоченные волокна в пары с оксидными. При трении их друг о друга стало вырабатываться электричество. Согласно расчету, один квадратный метр ткани, сплетенной из подобных пар, будет выдавать 80 мВт мощности. В ближайшем будущем ученые

предполагают создать нитки из многих волокон, что значительно увеличит мощность.

У всей этой работы есть существенный недостаток: вода разрушает волокна оксида цинка. Хотя, вероятно, найти соответствующее покрытие не так уж и сложно.

Нановозди держат каплю

Мысль о том, что, создав нанорельеф на какой-нибудь поверхности, можно добиться, чтобы капли воды ее совершенно не смачивали, не нова. Ее истоки – в тайне листа лотоса, к которому не липнет грязь (см. «Химия и жизнь», 2006, № 2). Однако Том Крупенкин (tnk@engr.wisc.edu), Дж. Эшли Тайлор и их коллеги из Висконсинского университета решили пойти дальше и сделать

по этому поводу: ГМ-продукты – для слаборазвитых и развивающихся стран. То же относится и к заботам об окружающей среде. Внедрение нанотехнологий не подразумевает пропорционального уменьшения потребностей американского обывателя. Он по-прежнему любит большие машины с пятилитровыми двигателями, дороги с идеальным покрытием и просторные индивидуальные дома. Он ни на градус не изменит настройку своего кондиционера, хотя, по оценкам экспертов, энергия, потребляемая именно работающими кондиционерами, вносит значимый вклад в избыточный выброс углекислого газа в атмосферу. Все это требует огромных количеств энергии, топлива, строительных материалов, продукции металлургии и химической промышленности. Производиться все это будет в странах третьего мира, на которые высокие стандарты экологической безопасности не распространяются. Эксперты «RAND Corporation» [www.rand.org] называют это синдромом «not-in-my-backyard» с удивительно точной калькой на русский: только не в моем садике.

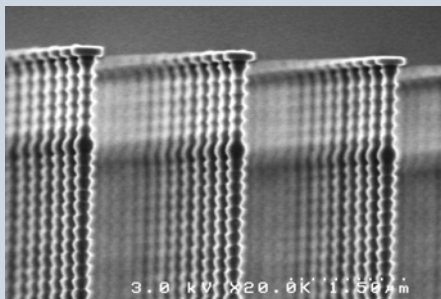
Однако внедрение ГМ-продуктов и перенос крупной промышленности при возможных негативных последствиях будут все же в значительной мере способствовать росту уровня жизни в слаборазвитых странах. Но вот грядущие достижения медицины вряд ли будут им доступны из-за высокой стоимости. При анализе отчетов ООН, ВОЗ и ЮНЕСКО, посвященных вопросам здравоохранения, социального развития и демографии развивающихся стран, складывается впечатление, что главная медицинская проблема там – более широкое распространение презервативов и контроль над рождаемостью. Направленность разрабатываемых военных технологий также очевидна – ведение войны «малой кровью на чужой территории», что вызывает естественную тревогу у обитателей этих территорий.

Вектор технологического развития, задаваемый ННИ, не вызывает сомнения: все подчинено удовлетворению потребностей и запросов населения высокоразвитых стран, «золотого миллиарда», прогрессивно стареющего и более всего озабоченного собственной безопасностью и комфортом. Или с учетом определения «национальная» – населения США. Можно еще немного сузить, в соответствии с имущественным цензом.

Это – возражения объективные, но есть и субъективные или этические, обусловленные опасениями того, к чему при определенных условиях может привести реализация ННИ. Миниатюризация средств контроля и слежения (сенсоров, видеокамер), их всемерное распространение и объединение в сети для мониторинга on-line легко трансформируются во всевидящее око Большого Брата по Дж. Оруэллу. Это дополняется всеобъемлющим радиочастотным контролем за перемещением коммерческих товаров и людей (RFID – radio frequency identification, см. «Химия и жизнь», 2007, № 4). Некоторые элементы этой системы действуют уже в настоящее время – это штрихкоды на товарах и применяемый на некоторых крупных фирмах контроль за местонахождением сотрудников по магнитным бейджам. Замена их на имплантируемые идентификационные микрочипы уже никому не кажется фантастикой. Как и имплантация микрочипов в мозг. С одной стороны, это расширит сознание и память, увеличит возможности людей, страдающих от различных заболеваний или последствий аварий, позволит осуществлять прямую связь с компьютером, а с другой – тоже много чего позволит, куда более опасного.

Сюда же примыкает и технология генетического выбора потомства. Мы прекрасно понимаем желание родителей иметь здорового красивого ребенка, неотягощенного наследственными заболеваниями и обладающего повышенными способностями к музыке, живописи, спорту, бизнесу или другим близким их сердцам областям. Мы снисходительно относимся к практикуемой уже в некоторых азиатских странах корректировке гендерного состава рождающихся младенцев в сторону увеличения количества мальчиков (незначительного, на доли процента, выливающегося, правда, в миллионы) – им нужны рабочие руки. Но в целом все это есть не что иное, как восхождение идей евгеники, один из вариантов практического воплощения которых явила нацистская Германия. Заметим, что и в США в те годы практиковалась стерилизация «социально опасных» типов, к коим относились, в частности, подростки-хулиганы. Времена, конечно, изменились, но изменились и методы, став более разнообразными. Что «подправят» в геноме зародыша, навсегда останется тайной, тем более что проявиться это может

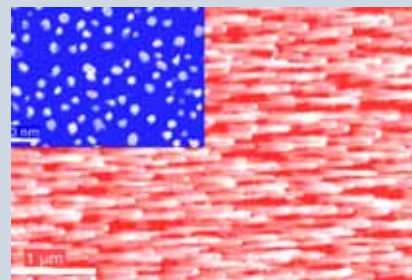
поверхность, которая по желанию человека становилась бы абсолютно гидрофильной или, наоборот, легко смачивающейся. Для этого они вырастили (или



вытравили) на поверхности проводящей кремниевой пластинки лес из столбиков кремния, а потом приделали им шляпки из непроводящего оксида кремния.

«Благодаря такой наноструктуре и силе поверхностного натяжения капля воды касается вещества в чрезвычайно малом числе отдельных точек. Она фактически висит в воздухе», – говорит Том Крупенкин. А затем на пластинку подается электрическое напряжение. Оно изменяет натяжение капли, и та легко просачивается между шляпками наногвоздей.

Эта технология может найти очень разнообразные приложения, от микроскопических лабораторий для будущих биомедицинских исследований до создания самоочищающихся покрытий. Есть идеи, как с помощью таких наногвоздей отключать неиспользуемые батарейки, тем самым продлевая срок их службы.



Нанофлаг

Американские умельцы Ланс Дельцейт (ARC) и Крис Мэттьюс из Высшей школы Сан Маттео сделали из нанотрубок американский нанофлаг. На поле, подкрашенном красным цветом, виден лес из нанотрубок длиной один микрон и более, который был выращен методом химического осаждения из пара (CVD). На синей вставке помещена фотография того же леса нанотрубок, но с торца.

через много лет и даже не будет расцениваться как результат давней «коррекции» (возможно, и самими учеными). Если добавить к этому будущие высокотехнологические манипуляции с мозгом и памятью, то: «О дивный новый мир!» – воскликнем мы вслед за Олдосом Хаксли.

Все это – возможности гипотетические, и, дай Бог, они никогда не будут реализованы. Но в любом случае Национальная нанотехнологическая инициатива являет нам новый образ мира. Мы не станем обсуждать здесь, будет ли этот мир лучше, безопаснее, справедливее, в конце концов, это дело вкуса и личных пристрастий и устремлений. Изменения, которые привнесла в мир информационная революция – персональные компьютеры, мобильные телефоны, Интернет, – коснулись лишь внешнего обрамления нашей жизни, нанотехнологическая революция изменит сам строй жизни, да и нас самих. Это будет другой мир.

Точнее, это будет другая страна, потому что, напомним еще раз, речь идет о национальной инициативе. Более того, распространить эту модель в полном объеме на все человечество невозможно в принципе, для этого не хватит, в частности, материальных ресурсов. Если использовать аналогию из мира науки, то самоорганизующаяся структура в лице США сможет существовать лишь за счет притока энергии и вещества из внешнего мира, пребывающего в состоянии детерминированного (и контролируемого) хаоса. А мы, жители этого внешнего мира, будем с завистью, недоумением, сожалением (дело вкуса) заглядывать за новый железный занавес, без которого в этой ситуации никак не обойтись и который в общем-то уже возводится.

При чем здесь нанотехнологии? Да почти ни при чем. В концепции нового мироустройства их место как технического средства (одного из) для достижения заявленных целей – десятое. Но при этом возведение нанотехнологий в ранг ключевого слова следует признать чрезвычайно удачной находкой. Они оказались тем стержнем, вокруг которого удобно структурируются все программы – научные, технологические, образовательные, социальные. Откройте любую книгу по нанотехнологиям – вслед за ритуальным упоминанием лекции Фейнмана идет схема, связывающая все со всем, в которой нанотехнологии занимают центральное место. Сам термин не вызывает немедленно чувства протеста и отторжения. Американцы



преклоняются перед технологиями на генетическом уровне, да и другие страны готовы воспринять промышленные технологии, сулящие экономический рост и процветание. Префикс «нано», непонятный подавляющей части населения, лишь усугубляет научное звучание термина и придает ему элемент тайны, свойственной и необходимой любому чуду. Существенно то, что нанотехнологии сами по себе не ассоциируются ни с какими опасными или вредными устройствами и веществами, продукция нанотехнологий (существующая и будущая) – это всегда промежуточные продукты, комплектующие, которые затем включаются в состав конечного изделия. Ситуация как с ураном, который довольно безобиден до тех пор, пока им не начнут атомную бомбу.

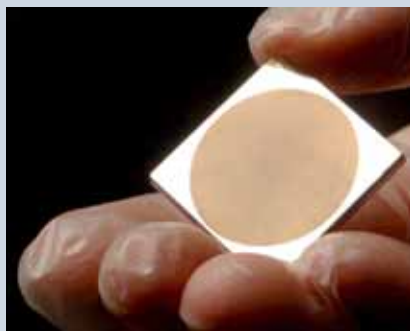
Благодаря этому многие страны, несмотря на упоминавшиеся выше возражения, спокойно восприняли НИИ. А некоторые, в частности Россия, – с экстастическим энтузиазмом. Ничего страшного тут нет, в технологическом плане мы действительно обречены на нанотехнологии как одно из основных направлений развития. Другое дело, что необходимо четко понимать, для чего осуществляется это развитие и какие последствия может иметь внедрение новых технологий. И не надо возводить нанотехнологии в ранг национальной идеи. Оставим это Америке.



Золотой алюминий

Два года назад ученые из Рочестерского университета (США) во главе с доцентом Чуньлэй Го (guo@optics.rochester.edu) создали абсолютно черный алюминий. Такой материал может пригодиться везде, где нужно поглощать свет, – от коллекторов света для солнечной энергетики до покрытий для военной техники. В этом году ученые из Рочестера продвинулись дальше: они научились аналогичным методом придавать поверхности алюминия цвет. Практически любой.

«Когда мы с моим помощником Анатолием Воробьевым впервые обнаружили, что алюминию можно придать цвет золота, мы просидели до полуночи, чтобы понять, как это у нас получилось и какие другие цвета можно сделать этим методом», – рассказывает Чуньлэй Го. Сейчас ученые создали алюминий голубого цвета, заставили его переливаться подобно радуге и ищут способы добиться зеленого и красного цветов.



В основе методики лежит создание на поверхности металла узора из ямок, глобул и черточек размером в нанометры и микроны. Этот узор создают с помощью фемтосекундного лазера, импульсы которого длятся очень мало времени, но обладают большой энергией и легко испаряют тончайшие слои металла. Изменяя продолжительность импульсов, их энергию и количество, можно создавать разные наноузоры. Характерный размер этих узоров меньше дли-

ны волны света, поэтому свет разных длин волн будет отражаться от них по-разному. Подбирая характеристики узора, как раз и удастся добиться, чтобы отражение было в узкой области значений длин волн, а весь остальной свет поглощался или рассеивался.

Пока что скорость лазерной окраски поверхности металла невелика – за полчаса можно покрасить в нужный цвет небольшую монетку. Однако ученые собираются существенно увеличить скорость. Если им это удастся, то появится неплохая технология придания цвета металлическим изделиям. Поскольку узор связан непосредственно с металлом, такая окраска будет держаться гораздо дольше, чем любое красочное покрытие. Кроме того, появляются неплохие возможности для художников – можно будет лазером расписывать дверцы холодильников, рамы велосипедов, кузова автомобилей (если делать их из нержавеющей стали или титана) или ювелирные украшения.

Нано по-американски

Л. Стрельникова



Фото Рида Хатчинсона

Новехонький лифт легко вобрал в себя пятнадцать человек и пополз вниз. Посмотреть на свое отражение, чтобы поправить прическу, не удалось: все зеркальные стены лифта были закрыты толстыми мягкими матрасами, прикрепленными крест-накрест широким скотчем. Разумная мера, если учесть то количество коробок и огромных ящиков, которые то и дело затаскивали и вытаскивали из лифта. Минус первый, минус второй, минус третий... Мы опустились на самое дно и пошли по длинным коридорам. Ни одного окна (какие окна под землей?), тихо, как в гробу, и только двери направо и налево. А за ними – лаборатории и чистые комнаты, в которых устанавливают и налаживают оборудование, извлеченное из тех самых коробок и ящиков. Здесь, под землей, где почти нет вибрации и шума, самое место современным атомно-силовым и туннельным микроскопам, времяпрелетным спектрометрам и прочим тончайшим инструментам исследования. Достаточно беглого взгляда на все это роскошество, чтобы понять, что строительство и оборудование Калифорнийского института наносистем обошлось в десятки миллионов долларов.

Калифорнийский институт наносистем построен на территории самого крупного и престижного университета в штате – UCLA (Университет Калифорнии, Лос-Анджелес). Не так-то просто было найти место для строительства даже на огромной территории университетского кампуса, где обитает 60 000 студентов, преподавателей и служащих. Его архитектурный ансамбль, объединяющий факультеты и научные центры, библиотеки и центры искусств, спортивные площадки, зоны отдыха, музеи, рестораны, отели и много чего еще, сложился давно и прекрасно вписан в ландшафт. Гулять по аллеям кампуса под вековыми деревьями, вдоль лужаек со скульптурами Родена, Мура, Миро и Кальдера – одно удовольствие. Где тут строить? И тем не менее место нашли – как раз между инженерным, медицинским, биологическим и математическим факультетами. Заняв место посерединке, Институт наносистем пространственно объединил естественно-научные факультеты, у каждого из которых есть свои интересы в области нанотехнологий.

Да и сама архитектура работает на идею интеграции. Семиэтажное здание института (три этажа под землей, четыре – над) в плане выглядит почти как квадрат с внутренним двором без крыши. Из одного крыла в другое можно попасть по сквозным коридорам и террасам, тянущимся по периметру здания. А можно пересечь и сам двор, но не по земле, а по воздуху. Все внутреннее открытое пространство элегантно перечерчено воздушными пешеходными дорожками, расположенными под разными углами, чтобы можно было перемещаться одновременно и по горизонтали, и по вертикали (см. фото Рида Хатчинсона). Интересно, как это они в снегопад и гололед по этим воздушным переходам под открытым небом? Ах да, мы же в Калифорнии, плюс 25 в ноябре.

В ноябре прошлого года Институт наносистем готовился к официальному открытию. Все ждали губернатора штата Арнольда Шварценеггера, чтобы он перерезал красную ленточку. Но в перегруженном графике работы губернатора никак не находилось окошко для этой приятной во всех отношениях процедуры. Это же какое удовольствие увидеть, в какую красоту и потенциальную силу превратились деньги, выделенные правительством штата Калифорния на строительство Института наносистем. Правда, одних бюджетных средств не хватило бы, поэтому не обошлось без крупных корпораций. Среди «платиновых партнеров», как их называют в Институте наносистем, – HP, «Intel», химическая компания BASF и биотехнологическая «Abraxis BioScience». Но и компаниям тоже радость: видно, во что вложен каждый доллар, сколько пользы и выгоды можно извлечь из нового научного центра, оборудованного по последнему слову техники. А уж какое ликование для ученых и студентов: ведь в таких-то шикарных условиях можно горы свернуть.

Чем же будут заниматься в Институте наносистем? Вообще, этот институт существует уже несколько лет. Просто у него не было своего дома, исследователи работали в разных лабораториях на разных факультетах университета. Теперь исследовательская команда переехала в свое новое здание и продолжила изыскания по тем же пяти направлениям, что были продекларированы раньше: возобновляемые источники энергии;

нанотоксикология, контроль и защита окружающей среды; нанобиотехнология и биоматериалы; наномеханические системы; наноэлектроника, фотоника и архитектоника. Заниматься всем сразу невозможно, приходится что-то выбирать. А отбирают то, в чем наиболее сильны. В указанных пяти направлениях ученые университета весьма продуктивны, здесь уже сложились исследовательские школы, так что сам Бог велел заниматься именно этим.

Институт наносистем – это площадка, где фундаментальные результаты превращаются в технологии и тут же встречаются с заинтересованным производителем. В общем – сюрреализм, слияние реальности и сна. Однако чистым искусством здесь и не пахнет. Коммерческие ожидания велики, ведь вложенные деньги – немалые – должны вернуться и принести ощутимую прибыль, которую уже сегодня пытаются оценить. По мнению Фрэнзера Стоддарта, бывшего директора Института наносистем, наноразмерные биосенсоры для диагностики онкологических заболеваний на ранних стадиях, разработанные в институте, принесут в экономику штата не менее миллиарда долларов. Потребность в наноконпозиционных мембранах обратного осмоса для решения проблемы дефицита чистой воды в ближайшем десятилетии оценивается от 10 до 100 миллионов долларов. А оценка безопасности наноматериалов, их токсичности для людей и окружающей среды может сберечь бюджету штата миллионы и миллиарды долларов от расходов на судебные тяжбы.

А вот и совсем свежее сообщение. В Институте наносистем в лаборатории профессора химии Омара Яги завершены исследования синтетических высокопористых цеолитных материалов, которые селективно отбирают углекислый газ из газовой смеси и надежно удерживают его в своих многочисленных порах – 83 литра CO₂ в одном литре материала. Такие поглотители углекислого газа на автомобилях и тепловых электростанциях могут заметно снизить выбросы парникового CO₂ в атмосферу. Не случайно это исследование финансировали Министерство энергетики США и химический концерн BASF. Тут, правда, появляются вопросы: что делать с цеолитом, заполненным CO₂ под завязку? Можно ли регенерировать цеолиты и куда при этом будет деваться CO₂? И сколько такого поглотителя надо загружать в автомобиль, если при сжигании одного литра бензина выделяется больше 1000 л CO₂. Но не будем придираться. Наверняка эти очевидные вопросы будут решены технологами.

Институт наносистем выглядит как гостеприимный дом с многочисленными лабораториями, аудиториями, террасами для доверительных бесед, прекрасно оборудованными конференц-залами и даже собственным театром на 260 мест. Здесь непрерывной чередой идут международные конференции и семинары по нанотехнологиям, проходят выставки и прочие мероприятия. Здесь все участники нанотехнологического проекта – студенты, исследователи, технологи и промышленники – чувствуют себя комфортно.

Калифорнийский институт наносистем – лишь одно из звеньев большой и разветвленной наноинфраструктуры, формирование которой завершается в США в рамках Национальной нанотехнологической инициативы (NNI). Сегодня в строительстве нанотехнологического будущего вовлечено более пяти сот университетов, частных институтов и правительственных лабораторий во всех 50 штатах США. Здесь реализуется около 5 000 научно-исследовательских проектов. Таким образом, нанотехнологическая сеть равномерно покрывает всю страну и охватывает все регионы, исключая разве что малозаселенную серединку страны. В 2006 году более 2000 нанотехнологических компаний работало в США. В этом смысле NNI – настоящему национальный проект.

Сегодня 25% всех государственных инвестиций в нанотехнологии в мире приходится на долю США. Начиная с 2001 года государство уже потратило более 8 миллиардов долларов на NNI. Однако инвестиции растут год от года (см. диаграмму 1). В этом году сумма государственных вложений составит 1,4 миллиарда долларов. Причем эта сумма складыва-

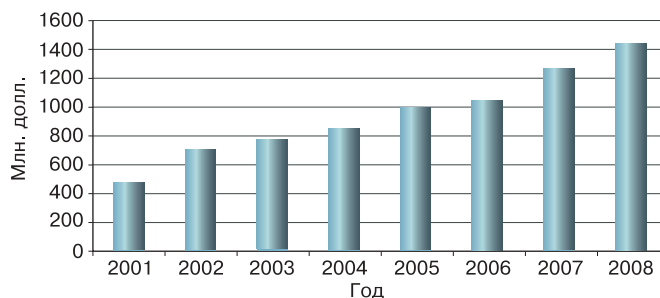


Диаграмма 1
Год от года растут расходы правительства США на исследования и разработки в области нанотехнологий

Государственный бюджет Национальной нанотехнологической инициативы США на 2006 – 2008 г. (млн. долларов)			
	2006	2007	2008
Национальный научный фонд	359,7	373,2	389,9
Министерство обороны	423,9	417,2	374,7
Министерство энергетики	231,0	235,2	331,5
Национальные институты здоровья (Министерство здравоохранения)	191,6	193,8	202,9
Национальный институт стандартов и технологий (Министерство торговли)	77,9	84,2	96,6
НАСА	50,0	25,0	24,0
Агентство по защите окружающей среды	4,5	8,5	10,2
Объединенная государственная служба исследований, образования и развития (Министерство сельского хозяйства)	3,9	3,4	3,0
Национальный институт профессиональных заболеваний и безопасности (Министерство здравоохранения)	3,8	6,6	4,6
Лесная служба (Министерство сельского хозяйства)	2,3	2,6	4,6
Министерство внутренней безопасности	1,5	2,0	1,0
Министерство юстиции	0,3	1,4	0,9
Министерство транспорта	0,9	0,9	0,9
Всего	1351,2	1353,9	1444,8

ется из расходов как Национального научного фонда, призванного финансировать самые рискованные фундаментальные исследования, которые могут не окупиться никогда, так и основных министерств, правительственных агентств и служб США (см. таблицу и диаграмму 2). Частные компании вкладывают еще больше: свыше 60% американских компаний предусмотрели в своих бюджетах расходы на исследования в области нанотехнологий.

Вообще-то первые исследования в области нанотехнологий в США начал финансировать Национальный научный фонд еще в 1991 году. К концу 90-х после тщательного и долгого анализа ситуации группа высококвалифицированных ученых-экспертов во главе с Национальным научным фондом сформировала программу, которая и легла в основу NNI, принятой в 2000 году. Четкость любой программы, ясность целей и задач, точность формулировок и определений, реалистичность экономических оценок во многом определяют ее успех. В этом смысле США могут на него рассчитывать. В NNI не только дано точное определение, что же понимается под нанотехнологиями, но обозначены цели и группы задач, которые необходимо решать в рамках NNI. Ради чего затеяна NNI? Ради «будущего, в котором способность понять и контролировать материю на наноуровне приведет к революции в технологии и промышленности с пользой для общества». Программа преследует четыре основные цели: поддерживать научные исследования мирового уровня в области нанотехнологий; создать условия

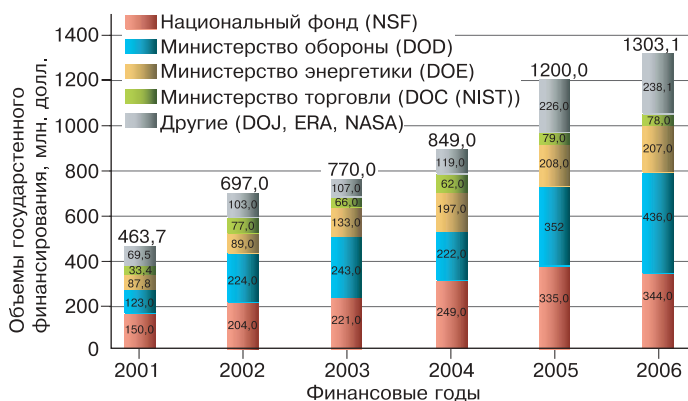


Диаграмма 2

В финансировании исследований в области нанотехнологий участвует не только Национальный научный фонд США, но и более двух десятков министерств и агентств. На диаграмме представлена структура бюджетного финансирования

для превращения новых технологий в продукты для коммерческого использования и общественного блага; развивать образовательные ресурсы, подготовку кадров и поддерживать исследовательскую инфраструктуру, включая оснащение самым современным оборудованием; поддерживать ответственное развитие нанотехнологий, оценивающее все риски и потенциальные опасности для общества и окружающей среды.

Что же стало объектом государственных инвестиций? Фундаментальные исследования явлений и процессов на наноразмере; создание и исследование наноматериалов; создание наноразмерных устройств и систем; инструментальные исследования, метрология и стандартизация для нанотехнологий; нанопроизводство; приобретение оборудования и создание условий для исследований; образование, измерение общественного мнения, пропаганда и популяризация.

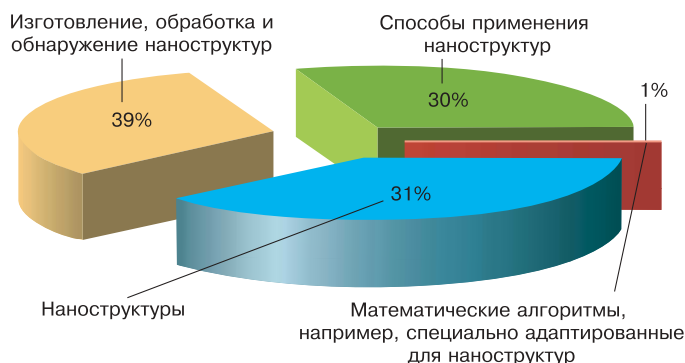


Диаграмма 3

Вот так выглядит распределение патентов США, связанных с нанотехнологиями, по различным областям

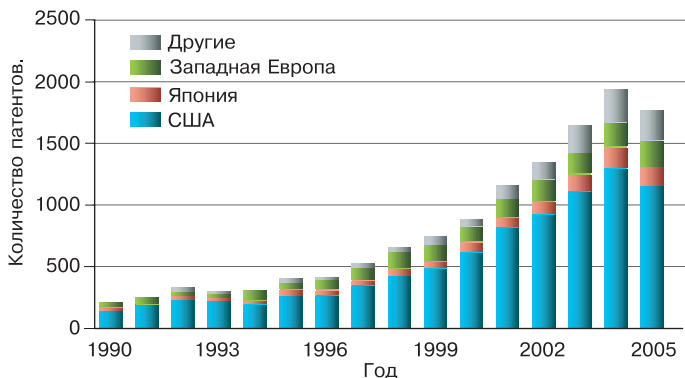


Диаграмма 4

На диаграмме хорошо видно, что на долю США приходится наибольшее количество патентов в мире в области нанотехнологий

Вот по этому пути, продуманному аж до 2020 года, движутся США, создавая будущее, а не пытаясь его предугадать. Каждые несколько лет NNI дополняется стратегическими планами для очередного этапа, где расписано, на что будут потрачены деньги, какие цели будут достигнуты и в каких направлениях исследований сосредоточены главные силы. В каких же? Об этом можно судить хотя бы по распределению американских патентов по нанотехнологиям в различных областях (см. диаграмму 3). Любовь американцев к патентованию всего и вся хорошо известна, и тем не менее структура патентов может служить косвенным показателем успешности исследований в тех или иных областях. Пока что общее количество патентов свидетельствует о том, что США лидируют (см. диаграмму 4).

И все же каковы результаты? Ведь NNI работает уже восьмой год. Все идет согласно этапам, предусмотренным программой. До 2020 года должны последовательно появиться четыре поколения продуктов с использованием нанотехнологий. Первое поколение (2000–2005) называется «пассивные наноструктуры», а попросту – нанопоршки, которые можно добавлять в разные материалы: полимеры, керамику, металлы, покрытия, лекарства, косметику, пищу и прочие товары народного потребления. Эти порошки получают и во что только не добавляют! Сегодня в США производится несколько сот видов товаров, где можно обнаружить присутствие этих самых нанопорошков. Так что первое поколение уже освоено промышленностью. Второе поколение – «активные наноструктуры» (2005–2010) – предусматривает создание компонентов нанобиотехнологий, нейроэлектронных интерфейсов, наноэлектромеханических систем и т. п. Это поколение пока находится в лабораториях, на уровне создания прототипов. Третье поколение – «системы наносистем» (2010–2015), то есть управляемая самосборка наносистем, трехмерные сети, нанороботы и т. п., – пока лишь в руках исследователей. И наконец, четвертое – «молекулярные наносистемы» (2015–2020), то есть молекулярные устройства, атомный дизайн, – существует только в виде концепции.

Американские специалисты считают, что видимые изменения от грянувшей нанотехнологической революции мы заметим после 2015 года. Пока что американцы довольствуются вполне простыми и обыденными вещами, где уже есть следы нанотехнологий: непахнущими синтетическими носками с наночастицами серебра (серебро выступает в роли антисептика), суперпрочными теннисными мячами и ракетками, непромокаемыми штанами и плащами, всякими кремами и многим чем еще. Правда, на всех этих товарах нет пометки «сделано с использованием нанотехнологий». Агентство по контролю фармпрепаратов и продуктов питания США (Food and Drug Administration) пока еще разрешает производителям замалчивать этот факт. И в самом деле, неочевидно, что покупатели поражаются этому обстоятельству. Но скоро надпись неизбежно появится. Вот почему NNI не жалеет усилий и средств для пропаганды и популяризации нанотехнологий.

Американцы не без основания считают, что своей NNI они катализировали нанотехнологическую активность в мире и стимулировали появление подобных инициатив в других странах. Вот и в России в прошлом году стартовала огромная государственная нанотехнологическая программа, бюджет которой сравним с американской NNI. Конечно, за семь лет США сильно ушли вперед. Но это и хорошо. Ведь можно использовать американский опыт, чтобы не повторять ошибок, а для соревнований есть Олимпийские игры. Нам тут не соревноваться, а свои проблемы решать надо. Хорошо бы с помощью нанотехнологий, например, сделать эффективные отечественные лекарства, чтобы не зависеть от импорта, создать энергосберегающие установки, чтобы тепло было в каждом доме и чтобы не приходилось дорого за это платить, перевести промышленность на новые технологии, которые позволят нам резко сократить истребление природных ресурсов и загрязнение окружающей среды. Да мало ли что можно сделать хорошего в интересах каждого из нас. Но об этом мы расскажем в следующих номерах журнала.



СОРБОМЕТР™

АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Характеристики

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

Прибор **СОРБОМЕТР** обеспечивает

- Измерение удельной поверхности однотоочечным методом БЭТ



СОРБОМЕТР

СОРБОМЕТР-М



Прибор **СОРБОМЕТР-М** обеспечивает

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

Области применения

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

ИММУНОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ

VEDA.LAB, Франция



Быстро. За 10–20 минут.

Надежно. Практически 100% чувствительности и специфичности, однозначный ответ. Самые высокие международные сертификаты стандартов и качества.

Просто. Образец – цельная кровь, сыворотка, плазма, моча, экстракты мазков, экстракты фекалий.

Везде. У постели больного (дома или в больнице), на амбулаторном приеме, в карете скорой помощи, на работе у пациента, в общем – вне лаборатории. Некоторые тесты – в домашних условиях.

Что:

- **Неотложная диагностика инфаркта миокарда:**
 - тропонин I • миоглобин • креатинкиназа MB (гепаринизация образцов не нужна) •
- **Диагностика инфекций:**
 - гепатит В • гепатит С • ВИЧ-1 • ВИЧ-2 • Хеликобактер • туберкулез • сифилис • клостридийный токсин • стрептококк • инфекционный мононуклеоз • хламидиоз • аденовирус • ротавирус •
- **Определение гормонального статуса:**
 - ХГЧ в моче и сыворотке (беременность) • ФСГ • лютеинизирующий гормон в моче и сыворотке (точное время овуляции) • пролактин • ТТГ (оценка функции щитовидной железы) •
- **Скрининг онкозаболеваний:**
 - ПСА • АФП • ферритин (анемия) • кровь в фекалиях • возможно домашнее применение •
- **Контроль почечной патологии:**
 - микроальбумин • возможность домашнего применения •
- **Контроль аллергии:**
 - иммуноглобулин Е – быстрая оценка иммунного статуса пациента • особенно важная в срочных случаях при сильной аллергической реакции •

142290, г. Пущино Московской обл., пр. Науки, 5
Тел.: (495) 980-63-39, 980-69-19
Факс: (495) 980-66-79
E-mail: sale@diakon-diagnostics.ru
<http://www.diakon-diagnostics.ru>



117452, Москва, Внутренний проезд, д. 8, стр. 9
Тел.: (495) 975-78-10, 975-78-11
Тел./факс: (495) 975-78-12
E-mail: market@diakon-diagnostics.ru
<http://www.diakon-diagnostics.ru>



ИХЭД — лаборатория в саквояже

О.И.Резникова,
кандидат биологических наук
В.В.Вельков



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Эта возможность кажется фантастической: выполнять биохимические анализы не в лаборатории, а там, где находится доктор. А он, как и следует доктору, рядом с больным. У него дома или вместе с ним в карете «скорой помощи». Или в своем кабинете при первичном амбулаторном приеме, вместо того чтобы посылать пациента на сложные и дорогие лабораторные анализы.

Недаром эти тесты по-английски называются «POCT — point of care testing», что можно перевести как «проведение теста на месте оказания помощи». В отечественной литературе иногда употребляется термин «прикроватная диагностика», который, строго говоря, сужает потенциал иммунохроматографической экспресс-диагностики (ИХЭД).

Кто и когда проводит ИХЭД

Практически кто угодно. Эти тесты настолько просты в исполнении, что их может выполнять любой мало-мальски подготовленный человек. Взять пробу крови или мочи, нанести на хроматографическую пластинку и через 5–10 минут прочесть ответ: «да» или «нет». Из-за того что ответ однозначный и контроль всегда присутствует рядом, на той же пластинке, — никаких проблем с интерпретацией результатов, как правило, не возникает.

Когда? Во-первых, когда «промедление смерти подобно». В экстренных случаях. Например, если есть подозрения на инфаркт и необходимо быстро, надежно и, главное, независимо от субъективных ощущений пациента подтвердить или исключить развитие острого инфаркта миокарда (ОИМ), чтобы избежать его тяжелых осложнений из-за несвоевременного начато или неправильного лечения. Ведь ни один из распространенных методов не гарантирует абсолютно надежной диагностики ОИМ. До 25% всех ОИМ не вызывают никаких изменений на ЭКГ, а от 20% до 30% всех случаев ОИМ вообще протекают без болевого приступа, особенно у пожилых, а также у больных диабетом и гипертонической болезнью. А с помощью ИХЭД инфаркт миокарда можно диагностировать прямо на месте за 5–20 минут. Это делают с помощью тестов, со 100%-ной специфичностью указывающих на наличие в цельной крови (либо в сыворотке или плазме) кардиальных белков, выходящих из тканей поврежденного сердца, таких, как миоглобин (это самый ранний маркер ОИМ), МВ-изо-

фермент креатинкиназы, тропонин I. В качестве образца для тестирования можно использовать даже капиллярную кровь (то есть взятую обычным способом из пальца), что облегчает пробоподготовку.

Во-вторых, когда есть хотя бы малейшие подозрения на серьезную инфекцию, которая может быть опасной не только для пациента, но и для тех, кто с ним рядом. Тесты однозначно и за те же 5–10 минут указывают или на антиген возбудителя, или на антитела, выработанные в ответ на него. Нет нужды говорить, насколько важно быстро определить наличие антигенов вируса гепатита В, антител к вирусу гепатита В, антител к вирусу гепатита С, антител к ВИЧ 1 и ВИЧ 2, антител к вирусу Эпштейна—Барра (тому самому, который вызывает инфекционный мононуклеоз) и антител к другим, пусть менее опасным, но весьма распространенным вирусам.

Некоторые тесты, например на ротавирус, аденовирус или респираторный синцитиальный вирус, позволяют своевременно выявить заболевание в детских коллективах, родильных домах или стационарах и принять немедленные противоэпидемические меры. Есть и экспресс-тесты, которые могут спасти человека, еще не родившегося. Очень важно вовремя выявить заражение матери стрептококком, так как смертность новорожденных от этой инфекции по-прежнему остается высокой.

К сожалению, актуальность диагностики заболеваний, передающихся половым путем (ЗППП), возрастает, а это повышает актуальность экспресс-тестов на антитела и (или) антигены, свидетельствующие о сифилисе и хламидиозе. А если речь зашла о

ЗППП, надо упомянуть и об экспресс-тестах на наркотики: ни для кого не секрет, что «где одно, там и другое», особенно это касается ВИЧ. Своевременно сделанные экспресс-тесты на амфетамин, кокаин, марихуану, метадон, морфий помогут спасти человека, вставшего на этот опасный путь.

Крайне важны экспресс-тесты для диагностики поражения желудочно-кишечного тракта клостридийным токсином или бактерией *Helicobacter pylori*, вызывающей язву желудка.

Не только инфекция

Ну а если четких симптомов инфекции нет, а воспалительный процесс вроде бы идет? В этом случае полезно сделать тест на С-реактивный белок (СРБ) — его синтез возрастает при воспалениях. Экспресс-тест на СРБ четко диагностирует воспаление, а при регулярном повторении показывает, насколько эффективно лечение, уменьшается ли тяжесть воспалительного процесса, или необходимо срочно принимать новые меры.

Для больных сахарным диабетом одна из главных проблем — вовремя распознать возникновение и развитие его опасного осложнения, диабетической нефропатии, последствия которой могут быть самыми тяжелыми. Ее индикатор — альбумин в моче в диапазоне 20–200 мг/мл («микроальбуминурия»). Однако микроальбуминурия характерна и для пациентов со стойкой гипертензией, она также предсказывает тяжелые осложнения беременности (эклампсию и преэклампсию), к тому же это важнейший показатель при посттрансплантационном наблюдении пациентов с пересаженной почкой. Что особенно ценно, высокочувствительные тесты на микроальбумин (качественный и полуквантитетный) пациент может проводить самостоятельно и в домашних условиях.

ИХЭД позволяет выявить иммунный статус пациента с помощью тестов на иммуноглобулин Е.

Для эндокринологии весьма важны экспресс-тесты на тиреотропный гормон (ТТГ). У этого теста есть детская

и взрослая версии (с разными пороговыми уровнями), он позволяет провести скрининг функции щитовидной железы прямо на приеме у врача.

Весьма важны и актуальны тесты на гормоны для акушерства и гинекологии. Тесты на хорионический гонадотропин (ХГ) в моче или сыворотке крови позволяют выявить беременность уже в первый день задержки цикла. Тесты на беременность сегодня известны, наверное, всем женщинам (и те читатели и читательницы, которым случалось покупать их в аптеке, увидят много знакомых в следующей главе, посвященной тест-кассетам). А вот тесты на лютеинизирующий гормон в моче менее популярны. Между тем этот гормон значит в жизни женщины не меньше, чем ХГ: повышение его концентрации предшествует овуляции — иначе говоря, показывает наиболее вероятное время зачатия



1
Тест-кассета на ПСА, общий вид, размеры 65 мм x 27 мм x 5 мм

ребенка. Кроме того, колебания его концентрации важно определять при некоторых заболеваниях. То же касается и фолликулостимулирующего гормона в моче, и пролактина в сыворотке крови (но в последнем случае необходимо количественное определение, см. об этом ниже). Существенно, что эти тесты тоже подходят для применения в домашних условиях.

Излишне объяснять, как важны тесты на онкомаркеры: на альфа-фетопроtein (АФП), на ферритин, позволяющий выявить наличие анемии при скрытых кровотечениях, на скрытую кровь в фекалиях. И пожалуй, один из самых полезных тестов — на простатоспецифический антиген (ПСА) (в сыворотке, плазме и цельной крови), который можно проводить и в домашних условиях. Своевременное и регулярное применение этого теста позволяет практически на 100% избежать негативных последствий весьма распространенных опухолей простаты. Этот тест должен регулярно проходить каждый мужчина старше 50 лет. В странах Европейского союза его делают в амбулаториях при ежегодном медосмотре, как у нас анализ крови, и это помогает выявлять патологии предстательной железы на

Медики пытались делать заключения о состоянии здоровья пациента, изучая его кровь и мочу, со времен Гиппократы. Однако клиническая химия как наука появилась в конце XIX — начале XX века, когда врачи стали делать простейшие химические реакции для определения состава биологических жидкостей. Прочно вошли в клиническую практику реакция Яффе на креатинин, Либермана—Бурхарда на холестерин. Однако большинство химических реакций не отличалось достаточной чувствительностью и специфичностью. Положение в корне изменилось, когда в качестве реактивов начали использовать ферменты (например, реакция Триндера на глюкозу с участием глюкозооксидазы). Однако подлинной революцией в клинико-диагностических методиках стала «сухая химия» (dry chemistry) — тест-полоски, подобные тем, о которых рассказывается в статье. Все необходимые компоненты наносятся в фабричных условиях на бумажную или пленочную основу. При контакте полоски с жидкостью реактивы растворяются, и происходит запуск реакций. В сочетании с фотометрией и хроматографией такие методы оказались не только простыми, но и весьма эффективными.

ранней стадии. К несчастью, в России диагноз «рак простаты» в большинстве случаев ставится на последней, IV стадии заболевания.

Насколько точно работает ИХЭД

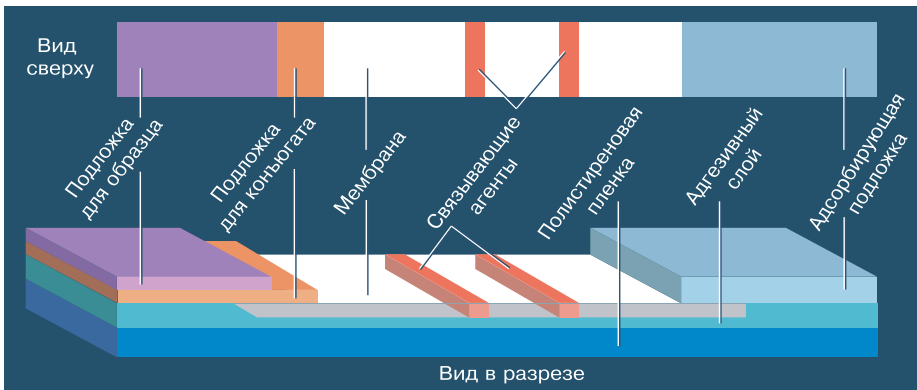
Чтобы ответ был очевиден — несколько слов о том, как работают иммунохроматографические тесты (рис. 1). Хотя с виду это простые полоски полимера, упрятанные в пластиковый корпус, для их создания потребовались самые современные технологии, такие, как получение моноклональных и поликлональных антител к специфическим иммуноглобулинам и белкам, к рекомбинантным антигенам возбудителей заболеваний. Да и тот материал, который нанесен на эти полоски и впитывает жидкость образца, — не простая фильтровальная бумага, а сорбенты с улучшенными свойствами (рис. 2).

Образец — цельная кровь, сыворотка, плазма, моча, экстракт мазков или фекалий... — наносят на подложку. Под ней находится гель, содержащий моноклональные антитела к исследуемому белку, например тому же ХГ, ковалентно связанные с красителем — коллоидным золотом. Белок, если

он есть в образце, взаимодействует с антителами, образуя розовый комплекс, и под действием капиллярных сил движется по мембране (таким образом, тестовая полоска представляет собой мини-хроматограмму). Наконец комплекс «белок-антитело-краситель» достигает тестовой зоны, где «пришиты» поликлональные антитела к тому же белку. Они захватывают и удерживают продукт, и при этом в тестовой зоне появляется цветная полоса — ответ «да».

А откуда же берется «контрольная» полоска? Так как цветных антител в зоне инициации реакции явный избыток, какая-то их часть не связывается с антигенами пробы. Свободные цветные антитела продолжают упорно стремиться вперед к контрольной зоне и связываются там, образуя вторую полосу. Если искомого анализата в пробе нет вообще, то такова будет судьба всех антител — получится только одна полоса, ответ «нет». Однако концентрации рассчитаны таким образом, чтобы полоса в контрольной зоне появлялась всегда.

В случае конкурентной хроматографии (микроальбумин, наркотики) все немного сложнее. В зоне инициации есть искомым анализат (альбумин или продукт метаболизма наркотиков),



2
Строение тест-кассеты



3

*Ридер для количественных
экспресс-тестов.
Размеры 20 см x 20 см x 7 см*



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

связанный с золотом. После нанесения образца начинают действовать капиллярные силы, все вместе идет вперед до тестовой зоны, где «пришиты» антитела к аналиту. Если аналита в моче нет, то места связывания занимает конъюгат (белок+золото), образуется цветная полоса; а если искомое вещество есть в моче, оно занимает места связывания, не давая садиться конъюгату. Тогда окраска бледнеет, а то и совсем не появляется: чем бледнее полоса, тем, следовательно, больше концентрация вещества. Так или иначе, конъюгата в тесте заведомый избыток, он не весь связывается, даже если ничего в моче нет, и продолжает двигаться до контрольной зоны-ловушки, как и в предыдущем примере.

Тесты имеют высокую специфичность, поэтому вероятность ложноположительного ответа практически нулевая. Чувствительность, то есть минимальная определяемая концентрация антигена, соответствует международным значениям, характеризующим патологический показатель.

Чтобы оценить тяжесть патологии, важен количественный результат — концентрация тестируемого вещества. Но может ли ИХЭД быть количественной? Да, может. Однако в этом случае регистрация результата методом «прищуренного глаза» уже не приемлема. Именно для этого и разработаны специальные «количественные» тестовые кассеты и ридеры для них. Этот компактный, но точный прибор можно положить в саквояж и работать с ним в любом месте, где есть электричество. Дома, на даче, в фельдшерском пункте деревни Большие Бодуны, в медицинском кабинете любого учреждения, особенно детского, школьного или университетского, в кабинете частного врача, да где угодно. Недаром ридер, изображенный на рис. 3, называется «Easy»: он действительно легкий не только по весу, но и в обращении.

Один из мировых лидеров в разработке ИХЭД — французская компания VEDA.LAB. (Впервые ридеры сделала компания «Рош» для кардиомаркеров,

потом их начали производить «Ведалаб» и норвежская компания «Axis-Shield». У «Ведалаба» на сегодня самая широкая линейка, 16 тестов, а вскоре будет больше.) Разработанные этой фирмой «количественные» тестовые кассеты и ридеры дают и считывают постепенное увеличение интенсивности окраски, в диапазоне от нулевой до максимальной, соответствующей концентрации антигена. И «прищуривать глаз» на эти кассеты не следует — у них нет фиксированного пограничного уровня, характеризующего концентрацию, выше которой начинается патология. Но ридер эти кассеты просканирует и на каждую выдаст чек, который можно пришить к делу (впрочем, ридер в любом случае сохранит информацию о результатах анализа).

Использование кассет и ридеров позволяет за 20 минут, а то и меньше получить количественную характеристику степени тяжести ОИМ. Навряд ли можно переоценить значение количественной экспресс-диагностики кардиомаркеров: миоглобина, МВ-изофермента креатинкиназы, тропонина I, проводимой прямо на месте острого сердечного приступа. Имея количественный результат, врач может сразу самостоятельно оценить и риск, и степень поражения сердечной мышцы, определить время, прошедшее после ОИМ, если он действительно был.

Количественный экспресс-тест на так называемый D-димер, по которому оценивают работу системы гемостаза, может применяться прямо в операционной, а регулярная количественная экспресс-диагностика СРБ будет свидетельствовать о динамике воспалительного процесса и сигнализировать об эффективности его терапии.

Неоценимой для адекватной оценки степени тяжести сахарного диабета будет количественная экспресс-диагностика уровней гликозилированного гемоглобина (свидетельствует об истинной концентрации глюкозы в крови), а регулярное количественное тестирование микроальбумина позволит вовремя увидеть начало диабетической нефропатии и оценить ее ди-

намике. Весьма эффективны количественные тесты на тиреотропный гормон и пролактин. Аномально высокие уровни пролактина могут быть связаны как с первичным гипотиреозом, так и с мужским и женским бесплодием и мужской импотенцией, а это важно знать специалистам по репродуктивному здоровью.

Как уже говорилось, «качественная» экспресс-диагностика на простатоспецифический антиген проводится в аптеках большинства европейских стран. А во Франции практически все аптеки оснащены ридерами для количественной оценки уровня ПСА. Не напрасная ли это трата денег? Широкомасштабные исследования, проведенные в Швеции («Malmo Preventive Project», 1974—1986 гг.) показали, что в возрасте 44—50 лет даже небольшое повышение ПСА, до 1,01—2,0 нг/мл, увеличивает риск рака простаты в семь раз (в контрольной группе ПСА ниже 0,5 нг/мл). В целом ежегодное количественное определение ПСА позволяет своевременно определить начало заболевания и практически на 100% предотвратить его развитие. Что ж, французы действительно умеют заботиться о женщинах...

Можно количественно определять и такие онкомаркеры, как раковый эмбриональный антиген и АФП. Информация об уровне ХГЧ может быть полезна не только для диагностики беременности, но и для выявления некоторых онкологических заболеваний. Количественное определение иммуноглобулина Е позволяет оценить тяжесть состояния больных с аллергией... И так далее: перечислять возможные приложения метода можно бесконечно.

Короче говоря, иммунохроматографическая экспресс-диагностика, особенно количественная, позволяет проводить вне лаборатории анализы практически лабораторного качества. А новые методы диагностики, внедренные в практику, — это новый этап в истории медицины.



Материалы для ремонта человека

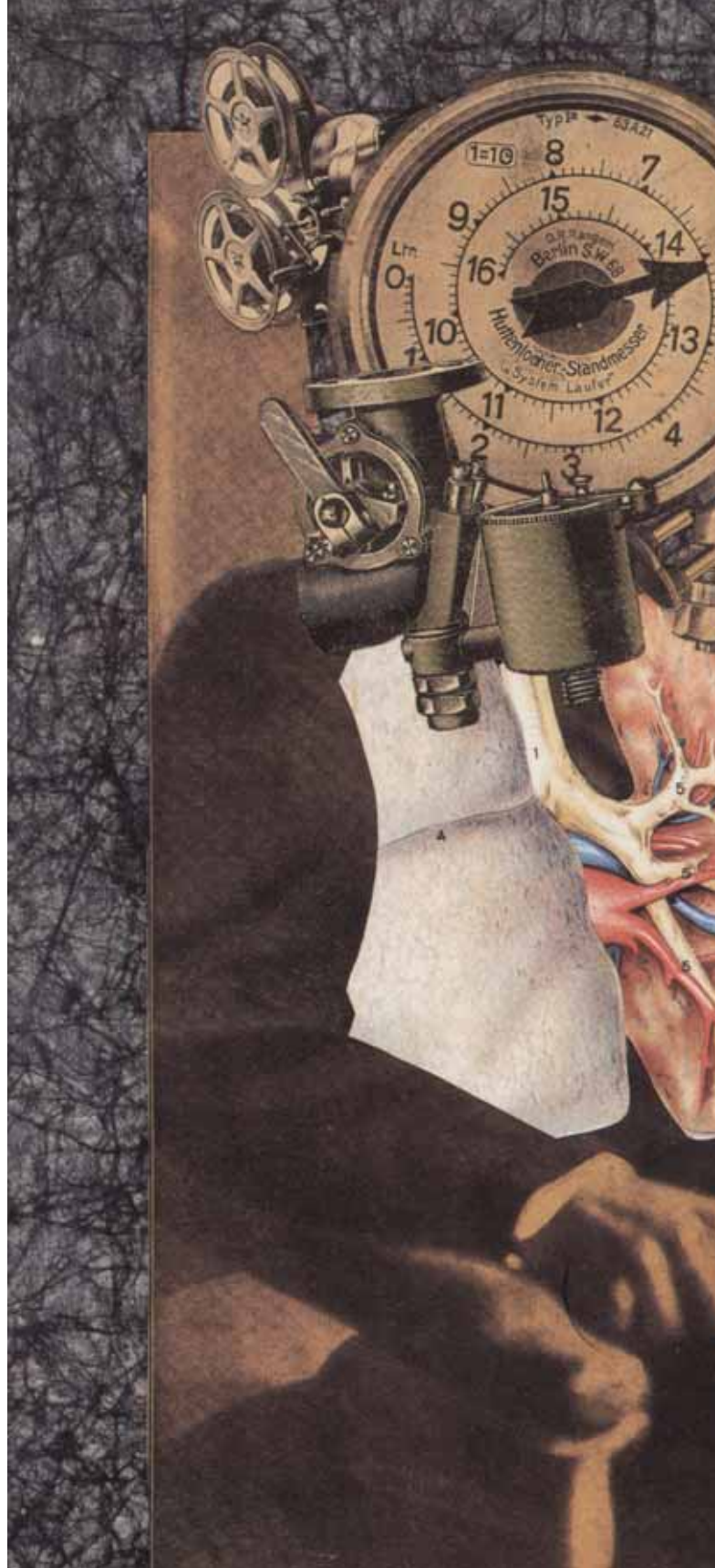
Профессор
Кейт Уорден

За последние 150 лет средняя продолжительность жизни человека увеличилась вдвое. Практически удвоилось и количество людей с ограниченными физическими возможностями. В настоящее время одним из наиболее эффективных способов лечения тяжелых заболеваний считается пересадка органов. У этого метода, однако, есть серьезный недостаток — необходимость в трансплантируемых тканях и органах. Поэтому в последнее время активно разрабатываются искусственные медицинские устройства, которые могли бы заменить естественные трансплантаты. И, согласно экспертным оценкам, стоимость имплантируемых изделий сейчас составляет примерно 10 миллиардов фунтов стерлингов в год.

До некоторой степени все существующие биоматериалы могут считаться «интеллектуальными», поскольку они учитывают индивидуальные особенности пациента. Однако действительно интеллектуальные биоматериалы, которые реагируют на поведение организма, появились лишь в последнее время.

Свойства интеллектуальных устройств учитывают особенности конкретного человека. Для лечения зубов с 1968 года используют цветной цемент, называемый стеклоиономерным. Этот материал можно считать интеллектуальным, поскольку по цвету он не отличается от соседних натуральных зубов. Что не менее важно, он является источником фтора, который предупреждает дальнейшее развитие кариеса. Однако он все же менее «интеллектуален», чем естественная эмаль зубов, которая анизотропна по механическим свойствам (это снижает вероятность ее разрушения) и способна самовосстанавливаться. Другой пример интеллектуального биоматериала — растворимые хирургические нити из полилактидной кислоты, которые выполняют свою работу и исчезают, когда потребность в них отпадает!

Важно, чтобы материал был биосовместимым и не вызывал воспаления или отторжения организмом. Биосовместимость можно определить как способность сосуществовать с живым организмом для выполнения определенной функции. Реакция организма не должна мешать



От редакции

С любезного согласия издательства «Техносфера» (www.technosphere.ru) мы перепечатаем часть главы «Интеллектуальные медицинские материалы» из книги проф. К. Уордена из Университета в Шеффилде (Великобритания) «Новые интеллектуальные материалы и конструкции», изданной в 2006 году (пер. С. Баженова).



Поэтому разработка новых материалов должна быть основана на междисциплинарном взаимодействии материаловедов, инженеров, биологов и медиков. Общая нить, связывающая этих людей, — желание улучшить медицинские устройства. Такое сотрудничество специалистов началось только в середине XX века.

Первое поколение биоматериалов

Идея использования естественных или искусственных материалов для замены части человеческого тела витала в воздухе в течение многих столетий. Однако реальное развитие биоматериалов стало возможным лишь в конце XIX столетия после появления анестезии, стерильной хирургии и открытия рентгена. До тех пор попытки использовать биоматериалы не приводили к успеху из-за инфекций и нагноений. Серьезными проблемами было также растворение инородной ткани и отторжение имплантатов. Впрочем, инфицирование остается проблемой и в наше время, поскольку переносимые кровью бактерии могут внедриться в имплантат и образовать пленку, защищающую их от иммунной системы защиты организма или антибиотиков.

Костные пластины для фиксации переломов конечностей используют с начала 1900-х годов. Поскольку было известно, что инородные тела вроде пуль или шrapнели могут существовать в теле многие годы, постепенно появилось представление о том, что можно использовать и внутренние протезы. К сожалению, первые опыты были не слишком успешными из-за плохой механической конструкции или неправильного выбора материала имплантатов. В организме человека материалы вроде ванадиевой стали корродируют, а продукты коррозии плохо воздействуют на организм. Ситуация изменилась после появления нержавеющей стали и хромокобальтовых сплавов, которые позволили добиться хороших результатов при фиксации переломов.

Хотя первая попытка замены головки бедра была предпринята еще в 1938 году, успеха удалось добиться только после 1958 года, когда Дж.Чарнли разработал клеящий материал для фиксации протеза. Этим материалом был синтетический полиметилметакрилат (ПММА), называемый также оргстеклом. Ранее ПММА применяли в зубных протезах, а использовать его для фиксации протеза головки бедра предложил Д.Смит, дантист из Манчестерского университета. Со времен Второй мировой войны было известно, что летчики, получившие проникающие ранения осколками стекла из ПММА, после заживления ран не страдали от отравления этим материалом. На основе этого наблюдения в 1940-х годах ПММА начали применять для замены роговицы глаза. ПММА оказался очень эффективным материалом для фиксации имплантатов из нержавеющей стали, и с этой целью его используют до сих пор.

Несколькими годами позже хирург-ортопед Дж.Брэйнарк случайно открыл очень интересную реакцию орга-

безопасной и эффективной работе биоматериала. Кроме того, биоматериал должен быть неядовитым и не вызывать нежелательной реакции на продукты частичного износа, возникающие при трении. Большое значение имеют также механические, физические и химические свойства материала.

Успешное применение нового устройства зависит от его конструкции, свойств и степени биосовместимости.

низма на титан. Он изучал на кролике течение крови через периферийные кровеносные сосуды при помощи стеклянного окошка, помещенного в титановое кольцо. Когда исследователь попытался удалить это окошко, то оказалось, что сплав прирос к хрящу. Дальнейшие эксперименты показали, что реакция организма на титан отличается от реакции на нержавеющую сталь или хромокобальтовые сплавы. В случае нержавеющей стали вокруг имплантата образуется герметизирующий волокнистый материал. Такая защитная реакция организма наблюдается и при внедрении многих синтетических полимерных материалов, в том числе ПММА. Вокруг титана волокнистая ткань не образуется, металл контактирует непосредственно с костью. Брэнмарк назвал это явление оссеинтеграцией: кость формирует связь непосредственно с имплантатом, без образования защитной волокнистой капсулы. Это открытие помогло бесклевовой фиксации искусственных суставов из сплава титан—алюминий—ванадий и зубных протезов из титана.

В сердечно-сосудистой хирургии было замечено, что некоторые материалы работают в контакте с кровью лучше, чем другие. При порезе защитное поведение организма состоит в местном свертывании крови и формировании уплотнения, останавливающего кровотечение. Так как вставка имплантата без местного повреждения ткани пока невозможна, то, когда кровь входит в контакт с инородным телом, происходит ее частичное свертывание. Это осложняет разработку устройств, непосредственно контактирующих с кровью, например искусственных кровеносных сосудов, искусственного сердца, оксигенаторов и аппаратов диализа.

Второе поколение биоматериалов

В процессе разработки биоматериалов первого поколения стало очевидно, что они имеют множество недостатков, особенно при длительных сроках использования. Если имплантат несет значительную механическую нагрузку, важно, чтобы механические напряжения передавались от него к кости. Кость — очень умный материал. Если она не испытывает нагрузки, то уменьшает свою прочность. От этой проблемы страдают космонавты, проводящие долгое время в невесомости. Напротив, в местах, где кость испытывает высокие нагрузки, она пытается их компенсировать, образуя дополнительные костные слои. Примером может служить костная мозоль, появляющаяся при заживлении перелома. Если нагрузка слишком высока, кость нарастает, чтобы снизить уровень напряжения и избежать разрушения. При лечении зубов интеллектуальное поведение кости используют, чтобы изменить их положение ради эстетических или функциональных целей. Благодаря такому поведению зубной ткани стала возможной ортодонтия.

Форма и жесткость протеза тазобедренного сустава сильно отличаются от характеристик натуральной кости. Успех использования первых протезов в определенной степени зависел от возраста пациентов, которые в большинстве своем были старше 65 лет. Такие люди не слишком активны, и напряжения, которые испытывают имплантат и окружающая кость, не так высоки, как у молодых пациентов. Однако существует спрос и на замену сустава физически активным людям.

Внедрение некоторых биоматериалов в костную ткань стимулирует появление на их поверхности новой кости и заживление области хирургического вмешательства. К подобным материалам относятся синтетический гидроксипатит, биоактивные стекла (например,

так называемое биостекло) и некоторые стеклокерамики. На поверхность такого материала адсорбируются определенные белки, которые стимулируют рост костных клеток и процесс заживления. В некоторых биоматериалах типа биостекла этому предшествуют ионообменные реакции на поверхности и появление слоя фосфата кальция. Считается, что эта реакция способствует формированию прямых химических связей между биостеклом и минеральной фазой новообразованной костной ткани.

Поскольку минеральная микрофаза кости и ткани зубов состоит из солей, таких, как фосфат кальция, исследователи начали изучать возможность использования этого материала (и родственных соединений) в качестве потенциального заменителя кости. Недостаток этих материалов — их невысокая прочность. Увеличить прочность можно нанесением на металлическую подложку покрытия из керамического фосфата кальция. В этом случае биологическая реакция определяется главным образом поверхностным покрытием, а не подложкой. Подложка обеспечивает прочность, а покрытие — биологическую реакцию организма на имплантат.

Состав биоактивных стекол подобран так, чтобы их поверхность вступила в химическую реакцию с компонентами окружающей физиологической среды, создавая химическую связь ткани с внедренным объектом. Первыми искусственными материалами, которые срастались с костью, были стекла с составом $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}-\text{P}_2\text{O}_5$. Сейчас известно, что с живой костью срастаются различные виды стекол и стеклокерамик. Некоторые из них используются в хирургии, например, для создания искусственных косточек среднего уха и зубных лунок (челюстных альвеол). Биоактивные стекла используют также для изготовления искусственных позвонков, подвздошных костей и гранул для заполнения дефектов костей.

Биоматериалы третьего поколения

После внедрения биоматериала в ткань из межклеточной матрицы на поверхность высаживаются белки фибронектин, проламин, витронектин и молекулы, способствующие фиксации клеток. Известно, что поверхность клеток покрыта множеством рецепторов, которые обеспечивают их взаимную фиксацию. Белки взаимодействуют с рецепторами и связывают клетку с межклеточной средой, которая похожа на суп с разнообразными питательными компонентами наподобие цитокинов и факторов роста.

Важно, чтобы на поверхность имплантата адсорбировались нужные белки, обеспечивающие положительную биореакцию организма, — от этого зависит результат операции. Если при контакте материала с кровью она свертывается, из него нельзя делать устройства гемодиализа, искусственные кровеносные сосуды или сердечные клапаны. Контактная линза должна легко смачиваться слезой, иначе она повредит оболочку роговицы глаза. А недостаточно прочная связь протеза зуба со слизистой оболочкой приводит к инфицированию — бактерии проникают в промежуток между протезом и живой тканью.

Установив факторы, определяющие взаимодействие поверхности имплантата и клетки, можно модифицировать эту поверхность для изменения реакции организма. Можно, например, химическим путем модифицировать поверхность, чтобы он адсорбировал определенные белки, или же прививать биоактивные молекулы на его поверхность.

Модифицированные поверхности способны влиять на поведение клеток, определяя состав белкового слоя.

Так, наличие на поверхности карбоксильной кислоты увеличивает адгезию и ускоряет деление клеток кожи, а азот влияет на поведение нервных клеток. Напыляя через маски несколько полимеров с различными функциональными группами, на подложке можно получить рисунок с различным химическим составом отдельных областей. Это очень интересное направление развития инженерии живых тканей. Например, напыленные азотсодержащие полимеры стимулируют осажение и рост нейронов.

Биологическая модификация состоит в нанесении ковалентно связанных биоактивных молекул, которые распознаются клетками или молекулами окружающей среды. Для этого на подложку высаживают биологически активные лиганды естественного или синтетического происхождения: рецепторы клеточных мембран, антитела, адгезионные пептиды, ферменты, клейкие углеводы, лектин, мембранные липиды и компоненты матричных гликозаминогликанов. Для прививки лигандов необходимо выбрать подходящую подложку, поверхность которой можно модифицировать плазменным напылением.

Даже в стерильных условиях современной хирургии имплантаты часто вызывают бактериальную инфекцию. Белок фибриноген легко высаживается из плазмы на поверхность, где к нему присоединяются бактерии, например стафилококки. Чтобы предотвратить это, поверхность модифицировали фосфонированным полиуретаном (в цепочку полиуретана был встроены лиганд фосфорилхолин). Кроме того, к полимерной смеси метилендицианилендиизоцианата с полиокситетраметиленом пришивали боковые группы глицерофосфорилхолина. Для бактерий эти материалы оказались значительно менее привлекательными.

Клетки кости имеют поверхностные рецепторы (интегрины), которые легко образуют связь с аргинин-глицин-аспартатными областями белков типа фибронектина и витронектина из внеклеточной матрицы. Для селективной адсорбции белка к биоматериалу можно привить короткую пептидную цепь, содержащую клеточный адгезив. Исследования показали, что использование аргинин-глицин-аспартата значительно улучшает связи клеток кости с имплантатом.

В настоящее время большинство искусственных кровеносных сосудов сделано из политетрафторэтилена (тефлона) или тканого полиэфира. Там, где существует сильный поток крови (например, в аорте), эти материалы оказались вполне приемлемыми. Однако при малом потоке крови, когда диаметр кровеносного сосуда меньше 4 мм, эффективное сечение сосуда постепенно уменьшается и через восемь лет снижается до 10% от исходного.

Механизмы взаимодействия лейкоцитов с клетками эндотелия, то есть стенками кровеносного сосуда, очень сложны. В частности, селектин приводит к вращению лейкоцитов, а интегрин способствует прилипанию к кровеносному сосуду. По этой причине одним из наиболее эффективных методов создания гемосовместимого биоматериала, который иницирует высаживание на нем клеток эндотелия, считается прививка к поверхности белка вроде фибронектина или олигопептида.

С этой целью был разработан так называемый карбодиимидный метод. Смесь поликарбонатуретана и полигидроксibuтилакрилата обрабатывают бифункциональным карбоксилдихлоридом, в результате на поверхности появляется карбоксильная группа, на которую легко высаживаются пептиды. Следующая стадия состоит в присоединении карбодиимидкарбоксила, после чего кар-



бодиимидная группа замещается нуклеофильной аминной группой и образуется устойчивый ковалентно связанный пептид.

Следующее поколение биоматериалов

Новой философией разработки биоматериалов стала инженерия живых тканей. Она состоит в биологических и технических методах создания функциональных тканей, заменяющих или улучшающих работу больных частей организма. Практически эту идею реализуют путем выращивания живых клеток на биоматериале в присутствии биоактивных молекул. После этого живые клетки и производимую ими внеклеточную матрицу вместе с подложкой вводят в организм как единую структуру. Инженерия живых тканей – одна из наиболее быстро развивающихся областей науки. Журнал «Тайм» поместил специалистов в этой области в самом вершине таблицы «лучших рабочих мест будущего». Особенность инженерии живых тканей состоит в совместной работе биологов, химиков и материаловедов.

До сих пор в качестве подложки биоматериалов часто использовали биодеградирующие материалы, подобные полилактиду. Их считали идеальными, поскольку желательно, чтобы после имплантации материал постепенно исчезал. До настоящего времени попытки усовершенствовать такие подложки практически не предпринимались, хотя некоторые продукты их распада могут подавлять рост и дифференцирование клеток. Одним из перспективных направлений становится разработка биологически модифицированных биоматериалов, поверхность которых несет некую информацию для живых клеток, взаимодействующих с этой поверхностью. Информация может определять места, где клетки должны и где не должны высаживаться, а также их ориентацию или дифференциацию. Ожидается, что подобные разработки обеспечат биоинженерам широкий выбор подложек. Весьма вероятно, что появятся биоматериалы, поверхность которых будет содержать интеллектуальные биодеградирующие слои и биологически активные пептиды или лекарства. Такие работы ведутся, и уже есть примеры модификации поверхности, управляющие высаживанием клеток.

Несмотря на прогресс в описанной области, создание настоящих интеллектуальных подложек – это задача будущего. Для того чтобы использование биоинженерных тканей стало рутинной, требуется дальнейшее развитие биоматериаловедения, биологии и медицины. В частности, необходим прогресс в технологии выращивания клеток (включая стволовые) и биокультуры.



Алюмоводородная энергетика

Академик РАН
А.Е.Шейндлин,
Объединенный институт высоких температур РАН



В течение всей своей истории человечество упорно преодолевает последствия собственной деятельности, фактически борясь за выживание в условиях, создаваемых его взаимодействием с окружающей средой. Нельзя не отметить, что, во-первых, все проблемы, возникающие при этом, имели и имеют решение — мы ведь до сих пор существуем и развиваемся как вид и как цивилизация. Во-вторых, успех в преодолении угрожающих факторов приносит комплекс мер, а не какое-то одно решение, причем в отдельности каждая из этих мер зачастую малоэффективна. А в-третьих, ни одна из серьезных проблем, угрожавших человечеству в прошлом, будь то истощение ресурсов, недостаток продовольствия или угроза эпидемии, окончательно не решена до сих пор. Положительный результат выражается не в полном решении вопроса, а в значительном снижении уровня опасности. Иными словами, от глобальных угроз нельзя избавиться раз и навсегда. Их преодоление есть не событие, а процесс. На этих соображениях основана наша оценка возможностей электрохимической энергетики (водородной, в частности), а также технологий, связанных с возобновляемыми источниками энергии.

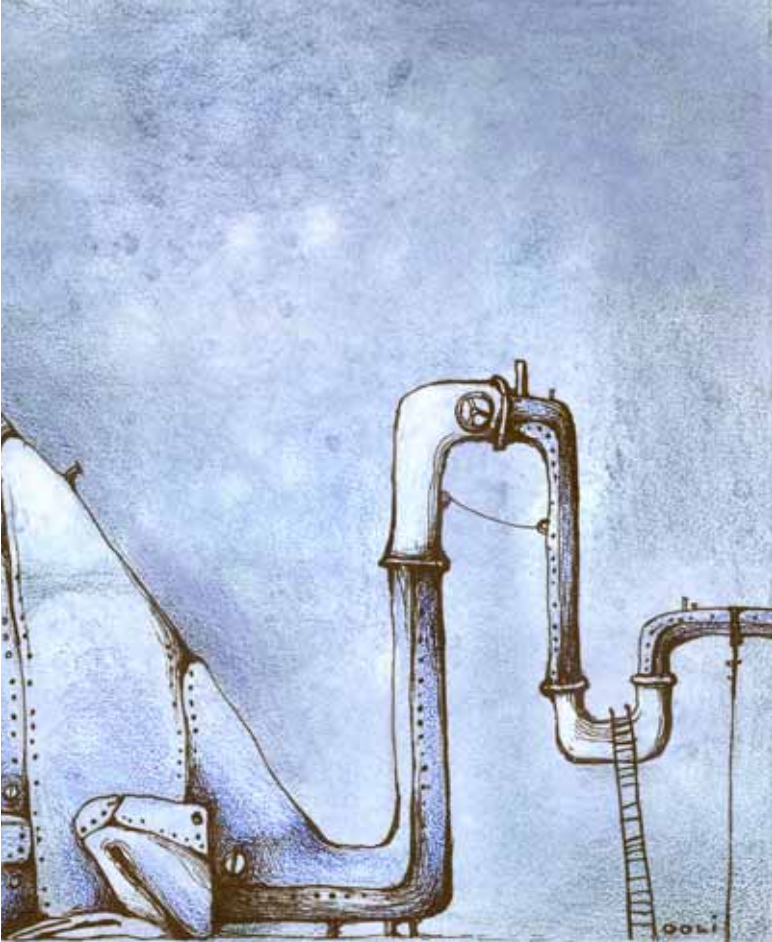
Работы в этих направлениях, безусловно, и важны, и необходимы. По мере их развития возникают новые ниши для использования экологически чистых методов производства и хранения энергии. Однако необходимо отдавать себе отчет в том, что эффективность нетрадиционной энергетики невелика, обходится она дорого. Поэтому в обозримом будущем не удастся сколько-нибудь основательно заменить существующие методы получения энергии — с помощью тепловых, атомных и гидроэлектростанций — на что-то иное. По сверхоптимистическим прогнозам, производство энергии за счет возобновляемых ресурсов к середине нынешнего века не превысит 50% от суммарного мирового энергопотребления, и это с учетом работы больших гидроэлектростанций. Следует также иметь в виду, что производство энергии с помощью гидроэлектростанций и биомассы нельзя отнести к экологически безопасным.

Применительно к электрохимическим методам получения энергии тезис о ее высокой стоимости достаточно очевиден: наиболее эффективные и экологически чистые виды топлива, используемые в электрохимических энергоустановках (водород, металл, спирты и другие), не входят в число первичных энергоресурсов. Это энергоносители, в которые надо закачать энергию, например разложив воду электролизом на водород и кислород, потом доставить к потребителю и там получить энергию за счет химической реакции. На всех этапах неизбежны потери. Впрочем, это не означает, что такое направление бесперспективно: электрохимическая энергетика имеет свои ниши, где ее применение вполне оправдано.

Проблемы водородной энергетики

Сейчас основной энергоноситель — углеводороды. Источником накопленной в них энергии было Солнце. Растения в процессе фотосинтеза преобразовали энергию света в энергию химических связей, и она высвобождается при сжигании топлива. Два обстоятельства делают сегодня углеводородное топливо не самым лучшим вариантом для энергетики. Во-первых, его сжигание приводит к загрязнению атмосферы и экологическим проблемам, которые наиболее ярко, по мнению многих специалистов, выражаются в глобальном потеплении. А во-вторых, легко извлекаемые запасы природного газа и нефти заканчиваются, и стоимость полученной из них энергии все время растет. Впрочем, это может сделать привлекательными другие возможные энергоносители, которые при нынешних ценах проигрывают углеводородам.

Сейчас главной альтернативой углеводородам многие считают водород. Обычно ему отводят две роли. Первая — энергоноситель, который позволяет устранить основной недостаток электроэнергии: необходимость ее немедленного использования. «Складировать» электроэнергию в конденсаторах и аккумуляторах недостаточно эффективно. Водород же надежно

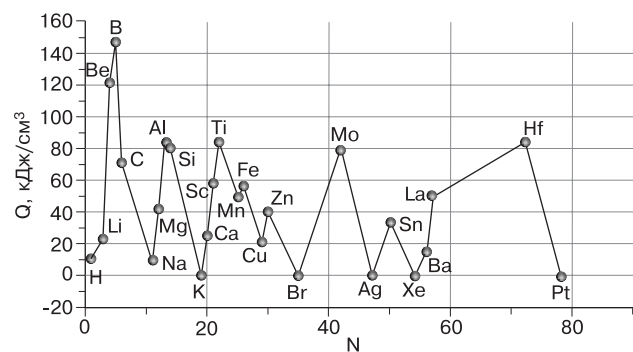
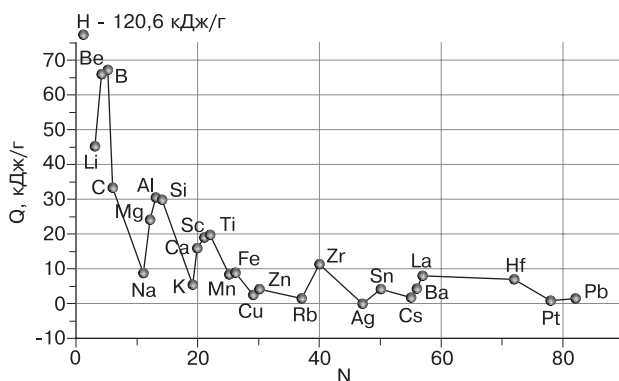


К сожалению, использование водорода в качестве энергоносителя сопряжено с принципиальными проблемами, которые сдерживают развитие водородной энергетики. А их хватает. Это и отсутствие инфраструктуры для хранения, транспортировки и распределения водорода, и низкая плотность энергии H_2 в нормальных условиях, когда водород пребывает в газообразном состоянии, и взрывоопасность смеси «водород–воздух». Кроме того, водородные топливные элементы стоят дорого, а ресурс работы у них невысок.

Энергетика на основе алюминия

Решить проблемы водородной энергетики позволяет использование другого энергоносителя при сохранении основных ее принципов. В качестве такого энергоносителя вполне можно выбрать алюминий. Почему его? Выбор станет ясен при взгляде на количества энергии, которая выделяется при сжигании единицы массы того или иного элемента (см. рис.). Лидером здесь выступает водород. Затем идут литий, бериллий и бор. На них энергетику построить сложно: литий дорог и моментально реагирует с водой, бериллиевая пыль ядовита, и это весьма редкий элемент, бор неохотно вступает в реакции с другими веществами. Следующим идет углерод, а что такое углеродная энергетика, мы уже знаем. На шестом месте с небольшим отставанием от углерода стоит алюминий. Кстати, если считать содержание энергии на единицу объема, то этот металл окажется уже на третьем месте после бериллия и бора.

Алюминий получают в результате электролиза оксидов и гидроксидов. Производство это не самое чистое, поскольку процесс идет в расплаве фторидов и требует больших затрат электроэнергии — на ее стоимость приходится 75–85% общих затрат производства металла. Зато потом запасенную в металлургическом алюминии энергию легко превратить обратно в электричество при окислении металла в электрохимическом генераторе. Есть и другой способ: провести ре-



Так зависит от порядкового номера элемента количество энергии, которое выделяется при сжигании единицы массы (слева) и объема этого элемента (справа), взятого при нормальных условиях

Сравнение методов и устройств для хранения водорода

Устройство или метод	Материал	Параметры		Выход H ₂ масс. % ¹	Примечания
		T, °C	P, атм.		
Баллон стандартный	Металл	20	150	1	
Сверхлегкий баллон	Композит	20	400	10	Высокая стоимость
Криогенное хранение		-253, -259	20-30	7-9	Потери за счет испарения
Интерметаллиды	AB ₅ , AB ₂ , AB	70-200	0,1-250	1,2-2,5	Высокие стоимость и вес
Гидриды	BeH ₂	25-55		18,2	Токсичность
	AlH ₃	25-55		10	Дорогая регенерация
	NaBH ₄	25-55		8,3	Пожароопасность Токсичность Дорогая регенерация
Металл + вода	Al	25-900	1-220	11,1	Эффективность реакции Развитая инфраструктура для регенерации
	Mg	25-100	1-10	7,6	Высокая стоимость
Механо-композиты	На базе Mg, Al, Ti-V	0-600	1-150	1,5-7,0	В стадии разработки

акцию алюминия с водой, в результате которой водород из воды будет вытеснен и послужит потом в устройствах водородной энергетики. Важная особенность алюминия состоит в том, что он очень легко вступает в химические реакции и с кислородом, и с водой. Главное препятствие для таких реакций – мгновенно возникающая на его поверхности прочная пленка оксида. Не будь ее, этот металл никогда бы не стал столь популярным конструкционным материалом. При получении в топливном элементе энергии из алюминия нужно добиться, чтобы эта пленка быстро разрушалась. Для этого в алюминий добавляют микроколичества индия или галлия, а также подбирают особый состав электролита.

Алюминий – чрезвычайно распространенный металл, его вес составляет 8,8% от веса земной коры. В нормальных условиях он инертен, поэтому его хранение и транспортировка, в общем-то, безопасны (взрывоопасен лишь очень мелкий порошок алюминия) и не требуют создания какой-либо специфической инфраструктуры.

Энергию с помощью алюминия можно получить двумя способами. Во-первых, реакцией с кислородом воздуха в топливном элементе. При этом анодом будет растворяющаяся пластинка алюминия, а продукт реакции – гидроксид алюминия. В отличие от водородного, такой элемент просто устроен и не требует дорогих и капризных катализаторов на основе платины. Уже сейчас алюминиевые топливные элементы в 3–5 раз дешевле водородных аналогов. При этом ресурс их работы (до 10 000 часов) значительно выше, а КПД лучших образцов составляет 55%. Правда, себестоимость электроэнергии оказывается выше.

Во-вторых, алюминий – то самое вещество, что позволяет извлекать из воды водород, который потом можно использовать в водородном топливном элементе либо сжигать в двигателе внутреннего сгорания (см. «Химию и жизнь», 2006, № 10. – *Примеч. ред.*). Если использовать алюминий в этом качестве, то просто и естественно решаются проблемы хранения, транспортировки и «уплотнения» этого газа: его удается хранить в виде совершенно безопасного химического соединения, воды, и получать из нее по мере необходимости. Как видно из таблицы, такой способ хранения водорода оказывается весьма эффективным.

Между концепцией водородной энергетики и предлагаемой здесь концепцией алюмоводородной энергетики существует прямая аналогия, в том смысле, что водород как энергоноситель заменен или дополнен алюминием.

Существенное достоинство водорода как энергоносителя – неисчерпаемость его запасов. Однако, сравнительно водород и алюминий, необходимо иметь в виду, что при возвращении продуктов окисления алюминия в цикл его производства не придется значительно расширять добычу бокситов и других алюмосодержащих ископаемых, по крайней мере, в условиях стабильного уровня потребления алюминия в качестве энергоносителя. Если электролиз алюминия в той или иной местности происходит за счет возобновляемой энергии гидроэлектростанций, солнца, ветра и других, то алюмоводородная энергетика не должна увеличивать вредное воздействие на окружающую среду.

Наконец, широкое распространение энергоустановок, использующих в качестве топлива алюминий и его сплавы, позволяет энергетически эффективно решить проблему утилизации вторичного алюминия. Такова в общих чертах концепция альтернативной энергетики, построенной на использовании алюминия в качестве энергоносителя.

Расчет эффективности

Водородный топливный элемент на основе протонопроводящих мембран

Самый дешевый водород получается при паровой конверсии метана и стоит 4 доллара за кг. Если извлекать водород электролизом воды, то себестоимость будет 14 долларов за кг. С учетом того, что КПД водородного элемента – 40%, стоимость произведенной им энергии составит 0,24–1,0 доллара за кВт·ч. Коэффициент использования энергии (то есть отношение энергий, затраченной на получения водорода и полученной при работе топливного элемента) для конверсии составит 28%, а для электролиза – 12%.

Алюминиевый элемент с щелочным электролитом

При массовом производстве специального анодного сплава Al–In его рыночная стоимость не будет превышать 10 долларов за кг. КПД элемента – 55%. Один килограмм алюминия может дать примерно 8 кВт·ч электроэнергии. Значит, без учета возврата получившегося гидроксида на регенерацию стоимость энергии составит 2,41 доллар за кВт·ч. Чтобы произвести 1 кг Al марки A995, необходимо затратить 18 кВт·ч. Про-

Эффективность разных методов получения водорода

№	Тип устройства	Топливная составляющая электроэнергии, доллары за кВт·ч	Коэффициент использования энергии топлива, %
1	Воздушно-водородный элемент. Производство водорода методом конверсии метана или электролизом	0,24–1,0	12–28
2	Воздушно-алюминиевый элемент с анодами из специальных сплавов	2,11	16
3	Комбинированная установка: воздушно-алюминиевый элемент с анодами из технических сплавов + воздушно-водородный элемент	0,50	15
4	Генератор водорода + тепловой двигатель + топливный элемент	0,26	22

цесс производства специального сплава добавляет к энергетическим затратам еще 40%. Тогда коэффициент использования оказывается около 16%, что выше, чем при получении водорода электролизом воды.

Устройства алюмоводородной энергетики



ТЕХНОЛОГИИ

Для того чтобы испробовать плоды предлагаемой учеными из ОИВТ РАН концепции, нужны реальные устройства, разнообразие которых на самом деле очень велико. Прототипы всех таких устройств в институте созданы.

Генератор для мобильника

Наверное, многим знакома эта ситуация: отправившись в небольшой поход по окрестностям города, внезапно обнаруживаешь, что батарейка фонаря, фотоаппарата или, еще хуже, телефона полностью разряжена. Именно в таких случаях нужен генератор для зарядки мобильных устройств. Самый аскетичный из них работает по принципу «просто добавь воды»: в специальный сосуд наливают воду, добавляют ложку поваренной соли, опускают анод из алюминия с микродобавкой галлия. И все. Если теперь замкнуть сеть, например присоединить лампочку или зарядное устройство, анод начнет растворяться и появится электрический ток. Когда устройство больше не требуется, можно вылить воду, вытереть остатки анода и убрать до следующего раза.

Более сложный генератор — автоматический одноразовый. Чтобы его включить, надо нажать на кнопку: она прорвет стенку сосуда с соленой водой, вода заполнит межэлектродное пространство, активирует анод, и пойдет ток. Когда-нибудь отработанный картридж можно будет сдать на переработку.

В третьем варианте в генератор помещают таблетку, которая содержит воду и алюминиевый порошок. Между ними начинается химическая реакция, и получается водород, который идет в водородно-воздушный топливный элемент. Это устройство — прямой конкурент, например, метанольных топливных элементов. Однако оно полностью лишено их недостатков — неприятного запаха и необходимости иметь дело с жидким ядовитым веществом. Точно так же устроен внешний источник питания для ноутбука.

Все эти генераторы нужны в тех случаях, когда нет доступа к электрической сети. Например, во время похода, экспедиции или при проведении спасательной операции.

Генератор для электромобиля

Следующее устройство нужно для транспорта. Как известно, именно транспорт с двигателем внутреннего сгорания больше всего загрязняет городской воздух. Перевод городского транспорта на такой источник энергии, который не дает вредного выхлопа, — несомненное благо. Ради этого в общем-то можно закрыть глаза на более высокую стоимость такой энергии. А самый чистый вид транспорта — электромобиль. Его главная проблема — большой вес аккумуляторов и их долгое время зарядки. Поставив в автомобиле наряду с аккумуляторами еще и электрохимический генератор, удастся существенно улучшить ситуацию: аккумуляторы обеспечивают пиковые значения энергии, например, при трогании с места и резком ускорении, а генератор в основном питает двигатель во время стабильного движения. Он же подзаряжает аккумуляторы. Сейчас в ОИВТ РАН проходит испытания электрический гольф-кар, в котором установлен алюминиевый генератор. Его анод сделан из сплава с небольшой добавкой индия, а электролит — щелочной. За счет того, что удалось отказаться от половины аккумуляторов, вес этой небольшой машины снизился на 80 кг. Одной загрузки алюминия хватает на 300—400 км пути, после чего генератор надо сдать на станцию обслуживания. Его там очистят от продуктов реакции и отправят на переработку.

Алюминий греет дом

Для получения электричества и тепла в отдельно стоящем коттедже подойдет комбинированная алюмоводородная установка. Обычный алюминиевый порошок, который выпускают в промышленных количествах, помещают в котел, где идет реакция с водой, нагретой до высокой температуры, при высоком давлении. Получившийся осадок выпадает в виде так называемого бемита — оксид-гидроксида алюминия, а главное, образуется смесь перегретого пара и горячего водорода. Они поступают в машинный электрогенератор или систему отопления (охлаж-

дения) дома, где отдают тепло. После этого сконденсировавшаяся вода возвращается назад в котел, а охлажденный водород поступает в водородный топливный элемент, где генерирует электричество. При таком двойном способе генерации электричества один киловатт-час стоит около пяти рублей, то есть примерно в два раза больше, чем нынешний тариф на электроэнергию для населения. Время от времени из котла извлекают осадок и отправляют его на переработку. Впрочем, если исходный алюминий достаточно чист, осадок сам по себе может представлять огромную ценность — нанокристаллический порошок бемита сейчас стоит в восемь раз дороже исходного алюминия. И спрос на это вещество весьма велик: например, именно оно служит основой всем известным средств от расстройств желудка — маалокса и альмагеля.

В обозримом будущем большую энергетику не заменят ни водородная, ни алюминиевая. Однако для них есть неплохие ниши, где они дадут полезный эффект. Например, на многих территориях нашей страны нет систем централизованного электроснабжения. В эти поселки, расположенные, как правило, на Севере, привозят мазут. Им топят, из него получают электричество. Завозить в такие поселки алюминий гораздо проще, чем бочки с мазутом: контейнеры с ним можно просто сбрасывать с вертолета. Очень интересный вариант — снабжение теплом и энергией элитных поселков или поселков, расположенных в районе заповедника, вроде олимпийских объектов в Красной Поляне под Сочи. В таких местах можно последовать примеру швейцарского курорта Саас-Фэ, где запрещено движение автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. Ради привлечения туристов, желающих дышать чистым воздухом, можно пойти на некоторое удорожание энергии и получать ее с помощью экологически чистых алюминиевых и водородных устройств.

С. Алексеев

Энергия порционно

М. Литвинов

17 декабря 2007 года в петербургском офисе Британского совета журналисты из Великобритании Мартин Райт и Эрика Джобсон провели мастер-класс, где поделились с российскими коллегами своими представлениями о том, как нужно рассказывать в прессе о глобальном потеплении. На следующий день там же состоялся круглый стол, на котором свои соображения об изменении климата высказали российские журналисты, ученые, студенты, представители общественных организаций.



Место и время для проведения обоих мероприятий были выбраны удачно. Короткие декабрьские дни, обычно промозглые и холодные в Санкт-Петербурге, выдалась теплыми, хотя и пасмурными. В глобальное потепление верилось, и оно не казалось страшным. С другой стороны, если исполнятся самые отчаянные сценарии и уровень Мирового океана значительно повысится, городу, и без того регулярно страдающему от наводнений, придется плохо. Эти обстоятельства помогали сделать разговор о климате предметным и заинтересованным, хотя и без этого в важности проблемы не сомневался никто. Обстановка в офисе была вполне дружеской и теплой. Батареи исправно грели воздух, и никто не предлагал отключить их для борьбы с изменением климата.

Первое, что интересно было сделать вместе с британскими коллегами, это сравнить отношение к глобальному потеплению в Европе и России. Что делается у нас, можно отчасти представить с помощью исследования публикаций в российской прессе, проведенного Агентством социальной информации. О его результатах рассказала Любовь Аленичева, директор по развитию этой организации. С января по декабрь прошлого года сотрудники агентства отобрали в российских СМИ сто статей об изменении климата. Тридцать четыре были опубликованы в федеральных газетах и журналах (таких, как «Аргументы и факты», «Комсомольская правда», «Московский комсомолец», «Независимая газета» и других, в эту группу попали также «Наука и жизнь» и «Поиск»). Еще 33 появились в региональных СМИ (среди них оказалась симферопольская «Первая крымская газета»), и 33 – в информационных интернет-изданиях (BBCRussia.com, Km.ru, Snews, Газета.ру, РБК, Утро.ру, Элементы и других).

Обычно авторы для написания статей обращаются к экспертам или авторитетным публикациям специалистов. Чаще всего ссылаются на доклад 2007 года Межправительственной группы экспертов по изменению климата или на доклад Николаса Стерна, бывшего экономиста Всемирного банка, подготовленный им по заказу правительства Великобритании. В большинстве статей излагается точка зрения, согласно которой глобальное потепление вызвано парниковым эффектом. Популярны и некоторые альтернативные мнения, например гипотеза заведующей лабораторией космических исследований Пулковской обсерватории РАН Хабибулло Абдусаматова, выводящего потепление из возросшего потока



Мартин Райт объясняет, как лучше рассказывать о глобальном потеплении



Победители выставки экозданий (Париж, 2007): Слева – башня «Моцарт», Исси-ле-Мулино, Франция, номинация «Высотное здание» (разработка фирмы «Архитектоника», США); справа – здание Национальной ассамблеи Уэльса, Кардифф, Великобритания, номинация «Эффективность зданий с точки зрения энергетики и окружающей среды» за использование естественной вентиляции, солнечного освещения и дождевой воды (архитектор Р.Роджерс)

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

течения перестанет обогревать Европу. Тогда там, особенно на севере, резко похолодает. Впрочем, сейчас страны Средиземноморья летом, наоборот, испытывают страшную жару, от которой ежегодно погибают сотни человек.

Конечно, в Европе есть также люди, которых волнует не только собственное благополучие, но и выживание соседей по планете, например африканцев или жителей Юго-Восточной Азии. Засухи Черного континента и наводнения Желтого не добавляют миру стабильности. Они оборачиваются законными и незаконными миграциями, растущим давлением беженцев на страны Европы и другие, пока еще относительно благополучные.

Какими бы ни были разногласия среди ученых о причинах и прогнозах потепления, ясно, что этот процесс идет и сам по себе, скорее всего, не остановится. Какую стратегию разумно применить в этой ситуации?

Большинство экспертов настаивает на том, что нужно ограничивать выбросы CO₂, как это предписывает Киотский протокол. Эффект от этих мер не будет скорым, инерция запущенных процессов очень велика, но ничего не поделаешь – придется подождать. У нас и жителей многих других стран такое предписание вызывает реакцию на уровне рефлекса: уменьшить сжигать топливо – значит сократить производство энергии, то есть ограничить развитие экономики, отстать и оказаться слабее других.

Этот экономический инстинкт подкрепляется примером из животного мира. Эволюция организмов шла таким образом, что поток проходящей через них энергии увеличивался. Рептилия потребляет и выделяет больше энергии на единицу собственной массы, чем рыба, зверь – больше, чем рептилия. Все верно, цивилизация тоже не должна отказываться от энергетики, но она, освоив способы добычи энергии, должна думать и о том, как тонко и точно регулировать ее производство и расход. Для этого должен развиваться какой-то социальный аналог мозга, позволяющий согласовывать потребности и возможности, учитывать окружающую среду и экономить на всем. Это и происходит в Европе. Без такого регулирующего механизма даже при избытке дешевых ресурсов государства вряд ли поднимутся выше уровня пресмыкающихся.

Связь «сжигаемое топливо – развитие» не так уж прочна, и это давно поняли европейцы. Конечно, их заставила это сделать нужда – зависимость от ввозимых энергоресурсов. Нефти и газа в Европе мало, сжигать уголь плохо – при горении он дает не только CO₂, но и диоксид серы. А сокращать выбросы углекислого газа – это то же самое, что экономить топливо. Если придать этому занятию характер категорического императива, чем успешно занимаются многочисленные активисты, оно будет казаться не только выгодным, но и благородным, и престижным. По-пути придется развивать технологии: с одной стороны,

солнечного излучения. (Это предположение было рассмотрено и отвергнуто ведущими климатологами, но пользуется успехом у людей, своеобразно понимающих борьбу с монополизмом в науке.) Некоторые авторы связывают потепление с изменением магнитного поля Земли или течений в Мировом океане, уничтожением лесов и даже с падением Тунгусского метеорита. Есть и скептики, сомневающиеся в самом факте глобального потепления. Последствия его в большинстве публикаций описывают в бытовом плане (как изменится температура или какие растения можно будет выращивать в саду). Страшные сценарии будущих катастроф, вызванных этим явлением, в нашей прессе почти не встречаются.

Поток публикаций об изменении климата в Великобритании больше, они разнообразнее по тематике и подходам. Достаточно сказать, что поисковик «Гугл» находит в британском домене Интернета 458 тысяч страниц, посвященных глобальному потеплению, а в российском – 456 тысяч. При этом население Великобритании насчитывает примерно 61 млн. человек, а наше – около 142 млн. (Впрочем, на домене Европейского Союза таких страниц всего 51 700.)

В Европе и в той же Великобритании существуют также специальные организации, цель которых – оповещение граждан об опасностях, связанных с изменением климата, и пропаганда способов, с помощью которых можно сократить выделение CO₂ на всех уровнях, начиная от собственного домашнего хозяйства и кончая планетой в целом. Так, один из ведущих мастер-класса, Мартин Райт, не только работает главным редактором издания «Green Futures» (что можно перевести как «Зеленые будущие времена»), но и сотрудничает с компанией «Futerra» («Будущая Земля»). Эти организации специализируются на популяризации идей, связанных с устойчивым развитием, в том числе объясняют публике последствия глобального потепления и возможные пути уменьшения выбросов углекислого газа. Работают они и с журналистами.

Жителей Европы беспокоит изменение климата. Это легко понять, ведь многие из них пострадают в случае продолжительного потепления. Их в последние годы и так сильно заливают дождями (вспомним серьезные наводнения в Германии, Чехии, Великобритании), а кроме того, обширные прибрежные территории может залить еще и морской водой, если повысится уровень Мирового океана. Так, лондонская система защиты от наводнений не справится с повышением уровня моря на метр.

Есть и катастрофический для всего континента сценарий, согласно которому огромная масса льдов Арктического бассейна растает, превратится в воду, разольется поверх Гольфстрима и утопит его, так что тепло этого

для получения энергии из альтернативных источников, с другой – для энергосбережения. На этом пути придется делать инвестиции в научные и технологические исследования. Конечно, это будет болезненно для людей, предпочитающих жить с «природной ренты», но, похоже, другого пути в будущее нет.

Теперь о том, как в Европе, в частности в Великобритании, борются с эмиссией углекислого газа. Общий подход к решению этой проблемы понятен: для начала аккуратно сосчитать, сколько где производится и тратится материалов и энергии, кто основные потребители и производители CO₂, тепла и прочих отходов.

В Великобритании проблемами устойчивого развития, в том числе и глобальным потеплением, занимается, например, Тиндалевский центр (www.tyndall.ac.uk) – исследовательская организация, объединившая ученых разных специальностей, и естественников, и гуманитариев, экономистов, инженеров. Центр назван в честь Джона Тиндала – известного британского физика, который в конце XIX века одним из первых открыл парниковый эффект и изучил способность газов удерживать тепло Земли. Сотрудники центра занимаются не только исследованиями, но и распространением полученных знаний и решений, обсуждают их с представителями бизнеса, политиками, средствами массовой информации, общественностью.

Большое внимание Тиндалевский центр уделяет городам. Специалисты по климату считают, что остановить глобальное потепление невозможно, если не изменить городское хозяйство, его структуру и способы ведения, особен-

Основные источники выбросов CO₂ для Лондона

Источник	Доля выбросов, %
Транспорт	21
Жилые здания	43
Промышленность	7
Торговля	29

но энергоснабжение. Это будет иметь решающее значение для снижения выбросов углекислого газа, ведь в городах живет около половины человечества и потребляется 75% энергии, большая часть которой получается при сжигании топлива. В докладе ООН от 2004 года предполагается, что доля горожан в XXI веке продолжит расти и в 2030 году составит уже 60%. Важно и то, что в городах энергия не просто тратится – значительная часть ее превращается в тепло, создавая особый теплый микроклимат.

Есть и другие причины изучать глобальное потепление вместе с урбанизацией. Города очень уязвимы для природных и социальных катаклизмов, в том числе и вызванных изменением климата. Многие из них стоят у моря, и сильное повышение его уровня приведет к катастрофическим последствиям. Они будут тем ужаснее, чем больше бедных найдет себе приют в мегаполисах – а именно это происходит в развивающихся странах. По данным ООН, из миллиарда беднейших людей три четверти живет в городах без нормального крова и минимальных удобств. Для того чтобы создать им приличные условия жизни, понадобятся огромные ресурсы – а их и так постоянно не хватает. И напротив, город – это средоточие интеллектуальных сил, здесь проще всего проводить исследования, объединять специалистов для поиска и распространения удачных решений. Вот почему возник проект «Город без эмиссии» («Zero Carbon City», www.britishcouncil.org/zerocarboncity), поддержанный Британским советом, – всемирная кампания за снижение выбросов CO₂ городами. Она включает в себя обсуждение проблем, связанных с жизнедеятельностью городов во всем мире, проведение выставок, издание брошюр и прочую просветительскую деятельность.

Еще одна программа, связывающая устойчивое развитие и урбанизацию, называется «Пределы города» («City Limits», www.citylimitslondon.com, www.london.gov.uk). Она более локальна – изучает городской метаболизм на примере Лондона. Впрочем, значение этого локуса огромно: население британской столицы составляет 7,4 миллиона человек, а энергии она потребляет больше, чем вся Ирландия, и примерно столько же, сколько Греция или Португалия. Экологический отпечаток Лондона, то есть площадь, обеспечивающая его жизнедеятельность, в 293 раза превышает площадь самой столицы и примерно в два раза – площадь Великобритании. Конечно, это только один пример, в других крупных городах структура хозяйства устроена не совсем так, но общие черты у них обязательно есть, и пример британской столицы полезно иметь в виду.

Конечно, подсчетом отходов борьба с потеплением ограничивается. Будет теплеть или не будет, поможет сокращение выбросов CO₂ удержать температуру или не поможет – есть действия, которые окажутся полезными при любом развитии событий. Это создание и совер-



а



б

Использование световых труб позволит на 40% уменьшить затраты энергии на освещение:

а) верхняя часть трубы выводится на крышу;

б) нижняя часть освещает склад.

Супермаркет в Люблянах (Словения)

шенствование технологий, позволяющих экономить энергию или производить ее без выделения углекислого газа.

В отличие от проекта «Город без эмиссии», который пока остается мечтой, дом без эмиссии («дом с нулевым углеродом», zero carbon house) вполне доступен для воплощения. Подобные сооружения часто обозначаются термином «экодом» («ecobuilding»), и «дом без эмиссии» – очередная веха в их совершенствовании. (Кстати, прочитать о них на русском языке можно, например, на сайте Международного социально-экологического союза www.seu.ru или на сайте www.ecodom.ru.) Для энергообеспечения такого дома не требуется сжигать топливо, так что CO₂ выделяют только проживающие в нем люди и животные. Энергия, нужная для его обогрева и освещения, выращивания растений, доставки и приготовления пищи, работы бытовых приборов, поездок на машине, добывается из возобновляемых источников.

Один из вариантов такого дома разработан для Шетландских островов, находящихся к северу от основной части Великобритании, на широте Осло, Хельсинки и Санкт-Петербурга. Проект поддержан Энергосберегающим трестом Шотландии (www.zerocarbonhouse.com). Это дом стандартного дизайна, деревянный, поскольку древесина – материал возобновляемый, не требующий много энергии на производство и хорошо удерживающий тепло. Воздушно-водяной тепловой насос обогревает его пол. Электроэнергию дают две ветровые турбины, аккумуляторы запасают ее временные излишки. Соединение с централизованной энергосистемой остается – на всякий случай. Тепло от теплового насоса вместе с солнцем будет обогревать теплицу, чтобы методом гидропонии выращивать овощи и фрукты. Это особенно важно на северных территориях, чтобы не завозить пищу издалека и не тратить на это топливо. Проект должен стать самокупаемым через три года. Доход будет приносить продажа овощей и фруктов, а также обучение тех, кто захочет построить такой же дом. Инициаторы проекта утверждают, что его легко воспроизвести в Шотландии, остальной части Великобритании и за пределами королевства.

Подобные проекты возникают и в других частях Европы. Предлагаются не только жилые экодома, но и общественные здания, построенные с соблюдением тех же принципов: экономить максимум энергии и получать ее по возможности из местных возобновляемых ресурсов.

Распространить полезный опыт помогает такая организация, как Ассоциация европейских городов «Energie-Cities», возникшая в 1990 году (www.energie-cities.org). Она объединяет 150 членов: муниципалитеты и их объединения, местные энергетические агентства и компании – более 500 городов в 24 странах. Среди них Брюссель, Льеж, Хельсинки, Лилль, Париж, Марсель, Страсбург, Франкфурт-на-Майне, Мюнхен, Дублин, Неаполь, Рим, Венеция, Барселона, Ивано-Франковск и другие.

Ассоциация поддерживает много разных начинаний, например «Форумы по умной энергии» BELIEF (Building in Europe Local Intelligent Energy Forums). Эта кампания развивает концепцию сообществ с устойчивым энергоснабжением, предложенную в Рио-де-Жанейро, и согласована с энергетической политикой Евросоюза. Она накладывает на участников обязательства: увеличить безопасность энергоснабжения, довести до 22% долю источников возобновляемой электроэнергии, уменьшить энергозатраты на 18%, больше использовать биотопливо на транспорте, уменьшить на 8% выбросы CO₂. Одна из задач ассоциации – стимулировать образование сообществ с устойчивой энергетикой, в которых политики, проектировщики, бизнесмены и все остальные граждане общими уси-



ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

лиями стараются уменьшить зависимость от децентрализованного обеспечения энергией, использовать больше возобновляемой энергии и тратить ее более эффективно. Поделиться полезным опытом можно будет с помощью форумов, организуемых в рамках BELIEF.

Еще один проект ассоциации – «The BRITA in PuBs» (Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings) – поддержка переоборудования существующих общественных экзданий (www.ecobuildings.info). В них заложены те же идеи: экономить энергию и использовать как можно больше возобновляемых ресурсов. Здания в Европе потребляют 40% энергии – значительная величина, и сократить ее расход – совсем не лишнее дело.

Сейчас в рамках проекта переоборудуются девять зданий в разных частях Европы: на севере, востоке, юге и западе. На сайте подробно расписано, в каком они сейчас состоянии: где настелены полы, где вставлены окна... Эти дома послужат опытными площадками, на которых можно не только отработать технологии строительства и энергетики, но и согласовывать существование здания с городской инфраструктурой и нуждами других потребителей энергии. Показатели подобных строек должны превзойти средние, затем их опыт можно распространять по Европе в большем масштабе, привлекать инвестиции.

Еще один подобный проект называется Sara (Sustainable Architecture Applied To Replicable Public Access Buildings, www.sara-project.net). Это тоже локальная затея, всего на шесть общественных зданий в Великобритании, Испании, Италии, Словении, Узбекистане и Франции. Новые материалы, системы реутилизации воды и тепла, естественная вентиляция, не требующая затрат энергии, освещение дневным светом, в том числе и с помощью световых труб (см. рис.), – все эти идеи помогают в конце концов уменьшить выбросы CO₂ и сэкономить деньги.

Проект «Act2» посвящен распространению удачного опыта, его цель – сделать массовыми удачные находки в энергосберегающем домостроении и системах возобновляемого энергоснабжения. Еще одна интересная затея, уже виртуальная, – компьютерная программа, позволяющая моделировать последствия изменений климата. Она находится на сайте www.climateprediction.net/.

Подобных проектов в Европе десятки, если не сотни. Как видно, ее жители не ставят себе утопическую задачу: разработать одну или несколько оптимальных конструкций домов и тиражировать их большими сериями по всему континенту. Все предлагаемые решения – частные случаи, долго обсуждаемые разными людьми с разных сторон. Однако все эти частности, местные инициативы объединяются и формируют общеевропейское стремление – уменьшить давление на природу с выгодой для человека.





СОЦИОЛОГИЯ

Богатство и бедность по-русски

Российское правительство объявило борьбу с бедностью одним из приоритетов своей внутренней политики. С чем же оно собирается бороться? Что думают о бедности и богатстве россияне? Богатство и бедность — не только показатель материального благополучия. Это символы, которые можно воспринимать по-разному. В том, как относятся к богатству и бедности россияне, попытался разобраться ведущий аналитик Всероссийского центра общественного мнения, кандидат социологических наук С.В. Львов.

За прошедшие 15 лет значимость символа «богатство» для многих людей повысилась. Статус богатого часто приписывают известным влиятельным людям, не обладающим реальными высокими доходами. Все больше людей, которые считают свой социальный статус достаточно высоким, но не подтвержденным соответствующим материальным достатком. А вот понятие «бедность» для многих тождественно понятиям «нищета», «наркомания» и «пьянство».

К богатству половина россиян испытывает ярко выраженные чувства: 25% отрицательные (в основном это пожилые люди), а 26% — положительные. В отличие от богатых, обедневшие сограждане вызывают у окружающих немного эмоций. Им никто не завидует, но и симпатизируют лишь 5%. Большая часть опрошенных (67%) считают, что бедные ничем не лучше и не хуже остальных. Интерес к богатству высок и продолжает расти, особенно у молодых россиян. К бедности общество равнодушно, и ситуация в ближайшем будущем не изменится.

Тем не менее, отвечая на вопрос, какие качества присущи бедным, респонденты называют черты, которые российское общество либо приветствует (доброта, законопослушность, совесть), либо не слишком осуждает (лень, пассивность, малообразованность). Бо-

гатый человек совсем другой. Он жаден, черств и не порядочен. Он не уважает законы и безразличен к судьбе своей страны. Правда, он энергичен и инициативен, но эти качества уместны на Западе, а в сознании россиян представляют собой скорее отклонение от нашей традиционной умеренности. Однако россияне отмечают у богатых и положительные качества: профессионализм и образованность. Так в сознание постепенно внедряется идея о том, что богатства можно достичь за счет хорошего образования и высокого профессионализма.

Единственное качество, которое в одинаковой степени приписывают и бедным, и богатым, — трудолюбие (15 и 17% соответственно). По мнению исследователя, этот факт можно считать сигналом того, что общественное сознание перестает воспринимать труд как источник материального достатка. А что тогда источник? Люди богатеют, получая хорошее образование и проявляя инициативу и другие личные качества. А в бедности виновато государство, которое устроено несправедливо, платит низкие зарплаты и пенсии, не обеспечивает людей работой и не оказывает социальной помощи населению. На отсутствие трудолюбия и лень списывает бедность лишь каждый пятый респондент, в основном это люди со средним достатком.

Россияне традиционно верят в возможность преодоления бедности как социального явления благодаря активному участию государства. В том, что бедность можно преодолеть, если правильно выстроить социальную политику, уверены 58% опрошенных. В том, что эта проблема неразрешима, убеждены 37% россиян. Между тем российское правительство заявляет, что собирается эту проблему решать.

В сознании жителей западных стран существует устойчивая связь между жизненным успехом и богатством, а также неуспехом и бедностью. В российском общественном мнении такой связи пока нет, и бедность не рассматривается в качестве социального врага. Скорее подобное отношение некоторые наши сограждане проявляют к богатству. Хотя распространенное мнение о том, что в социуме преобладает чувство зависти к людям, которые имеют много денег, равно как и желание избежать общества,

в котором «крутятся» деньги, или презрение к нему, в ходе опроса не подтвердилось. Многие россияне стремятся разбогатеть, потому что для них богатство — это прежде всего еда и одежда лучшего качества. Лишь немногие считают преимуществом богатых людей возможность активно участвовать в общественной и политической жизни. Это взгляд пассивного потребителя. Поэтому, прежде чем разрабатывать и реализовывать меры по борьбе с бедностью, важно направить усилия гражданского общества и государства на создание общественного мнения, благоприятствующего преодолению бедности — объявлению ее вне закона — и повышению престижа материального достатка. У людей должна быть мотивация и для борьбы с бедностью, и для улучшения своего материального положения.

ТЕХНОЛОГИИ

Фигуры на атомных весах

Ученые из Москвы разработали подход, который позволяет на принципиально новом уровне изучать взаимодействие молекул белка между собой и с различными поверхностями. Метод основан на использовании «атомных весов». Уникальный измерительный прибор, позволяющий провести эти и многие другие эксперименты, авторы сконструировали при поддержке Фонда содействия развитию малых предприятий в научно-технической сфере (gorelkin@biosensoracademy.com).

«Атомные весы» заработали! Их сделали московские ученые — сотрудники МГУ им. М.В. Ломоносова и Академии биосенсоров, расположенной на территории одного из университетских корпусов. Теперь этот прибор уже всюду работает и вместе с атомно-силовым микроскопом предоставляет уникальные возможности тем, кто изучает явления на молекулярном и клеточном уровне.

Недавно с помощью двух этих приборов ученые вместе с коллегами из Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН провели захватывающее исследование. Они изучали, как на поверхности кремния бел-



ковые молекулы (это был фермент лизоцим) объединяются между собой, образуя длинные узкие ленты – фибриллы, и смогли количественно описать этот процесс. Впрочем, в данном случае не столь важно, что именно за белок: просто лизоцим – это удобная модель. Важно другое: ученые надеются, что предложенный ими подход позволит глубже разобраться в процессах, которые в конечном итоге приводят к нейродегенеративным заболеваниям, в том числе к болезни Альцгеймера. Потому что в мозгу больного человека некоторые белковые молекулы (амилоид-бета-пептиды) ведут себя так же: начинают собираться вместе, образуя длинные тонкие агрегаты, фибриллы, которые затем разрастаются в бляшки и нарушают работу мозга. Чтобы найти способ воспрепятствовать этому, как минимум нужно знать механизм процесса, в частности понять, какие условия способствуют агрегации, какие силы удерживает молекулы вместе. Вот тут-то и пригодились новые приборы.

Эксперимент проходил так. В каплю раствора аккуратно помещали тонкую прямоугольную кремниевую пластину, поверхность которой была либо позолочена, либо просто активирована окислителями – смесью пероксида водорода с серной кислотой. Белки на такой поверхности адсорбируются, образуя слой толщиной в одну молекулу, уложенный плотно, как брусчатка. А сила взаимодействия между этими молекулами способна немного деформировать кремниевую пластину, которая на самом деле представляет собой чувствительную часть атомных весов – так называемый кантилевер.

Если теперь посветить на кантилевер лучом лазера и поймать отражение, то окажется, что оно смещено относительно луча, отразившегося от прямой, не изогнутой пластины. По величине этого отклонения можно выяснить силу поверхностного натяжения слоя молекул и, опосредованно, – силу сцепления их в слое и силу связи слоя с поверхностью. Последнее очень важно, потому что белки больше «любят» агрегировать не в свободном плавании, а на поверхности клеточных мембран. Наконец, если наблюдать за процессом во времени, то выяснится, что сила поверхностного натяжения белкового слоя, а значит – и его структура меняется во времени!

На вопрос, что же там, в слое, происходит, помог ответить другой прибор – микроскоп. Оказалось, что молекулы,

связанные с позолоченной поверхностью, способны перестраиваться: на «брусчатке» появляется «узор» из длинных тонких нитей. Сначала, в первые четыре часа, их мало – отдельные фрагменты. Зато через девятнадцать часов вся поверхность, как паутина, покрывается теми самыми фибриллами.

Разумеется, интерпретировать полученные данные будут биохимики, геронтологи и другие специалисты. Но главное сделано. Есть приборный метод, который позволяет эти данные, заметим – количественные, получать. Впрочем, уже есть и первые результаты, весьма интригующие. Авторы представили научному сообществу эти данные на конференции, посвященной различным химическим и биохимическим сенсорам, летом прошлого года в Санкт-Петербурге. Кроме того, в 2007 году изобретатели прибора «Атомные весы» выиграли в VI Конкурсе русских инноваций. Вот тут-то прибор сразу все и захотели если не купить, то хотя бы на нем поработать. Авторы, со своей стороны, готовы к сотрудничеству.

БИОХИМИЯ

Q10 ПРОТИВ ИНФАРКТА МИОКАРДА



В последнее время мы много слышим о профилактике сердечно-сосудистых заболеваний и об окислительных стрессах. Неудивительно, что именно антиоксиданты, по мнению врачей, могут оказаться хорошим средством профилактики инфаркта миокарда. В частности, антиоксидант коэнзим Q10 (CoQ10) хорошо дополнил бы традиционную терапию сердечно-сосудистых заболеваний. Это вещество сейчас интересует многих исследователей. Кто-то испытывает его в клинике, а сотрудники факультета фундаментальной медицины МГУ им. М.В.Ломоносова – в лаборатории на крысах (eikaleni@fbm.msu.ru).

Чтобы понять, почему CoQ10 привлекает такое внимание, нужно иметь в виду, что при гипертонической и ишемической болезнях и сердечной недостаточности сердечная мышца гипертрофирована. Гипертрофированный миокард вырабатывает избыток свобод-

ных радикалов, а это, в свою очередь, требует усиления антиоксидантной защиты. Ученые обычно обращают внимание на ферменты систем окисления и защиты от него, а низкомолекулярные антиоксиданты, такие, как CoQ10 и альфа-токоферол (витамин E), выпадают из их поля зрения. Это упущение и решили исправить университетские медики. Для решения насущных вопросов физиологии, как всегда, были мобилизованы крысы.

Животным под наркозом пережимали левую нисходящую коронарную артерию, а через три недели наблюдали произошедшие в сердце изменения. Части крыс давали CoQ10 в течение трех недель до операции и три недели после. В качестве контроля выступали животные, которым делали ложную операцию (не пережимали сосуд) или вводили вместо CoQ10 физиологический раствор.

Хронически пережатая артерия обеспечила животным полноценный инфаркт. Часть сердечной мышцы погибла, и на этом месте возник очаг некроза. Чтобы компенсировать поражение мышечной ткани, гипертрофировался левый желудочек (правый остался без изменений). Гипертрофированные ткани повреждены, в них разорваны мышечные волокна, разрушены митохондрии и сосуды, произошли и другие изменения, хорошо видимые в микроскоп. Следствием перенесенного инфаркта стало и пониженное содержание антиоксидантов в гипертрофированном, но не инфарктном миокарде левого желудочка. Поэтому логично использовать антиоксиданты в качестве кардиопротекторов.

Длительное введение CoQ10 через пищевую зонд оказало ожидаемое действие. Вещество значительно повысило уровень антиоксиданта в постинфарктном миокарде и защитило сердечную мышцу от окислительного стресса. Чем выше была концентрация CoQ10 в плазме крови, тем меньше оказалась зона некроза в крысином сердце. У животных, получавших препарат, быстрее формировался рубец и восстанавливались поврежденные клетки. Даже гипертрофия левого желудочка у них была не столь выраженной.

Насколько эффективным будет введение CoQ10 пациентам с гипертрофией левого желудочка, риском развития инфаркта миокарда и сердечной недостаточностью, покажут клинические исследования.



С кем поведешься

*Посвящается
Зое Николаевне Трофимовой*

Когда мне исполнилось восемь лет, ко дню моего рождения родители подарили только что вышедший сборник рассказов и сказок Виталия Бианки. С огромным интересом и очень внимательно я прочитал книжку. Разумеется, получил колоссальное удовольствие – ведь так много в ней было полезнейшей информации!

Вот только рассказ «Лупленный Бочок» меня сильно смутил и озадачил, можно даже сказать, – поставил в тупик: вроде – не сказка, но и на быль не очень-то похоже. В самом деле, ну как поверить в то, что зайчонок, выкормленный и выпестованный цепной собакой, тоже стал злым забиякой и даже сам нападал на других собак! Не верилось – и все тут. А как проверить: ведь нужно и зайчонка найти, и чтобы обязательно была цепная собака, да и времени для наблюдений уйдет уйма. Так и оставался этот самый Лупленный Бочок для меня гипотезой под большим вопросительным знаком; оставался вплоть до 1990 года.

Тогда в начале весны мне принесли совсем крошечного зайчонка-настовичка. (Зайчихи приносят малышей с ранней весны и до поздней осени, и соответственно сезону зайчата получили свои названия: родившиеся ранней весной, когда снег еще сошел не полностью, называются настовичками, родившиеся осенью, во время листопада, – листопадничками.) Этот самый настовичок был весь в крови, а на его крошечном беззащитном тельце насчитывался пяток рваных ран. Случилось же вот что.

Шли ребята перелеском и видят: возле куста несколько ворон неистово каркают, то взлетят, то опустятся на землю либо куст и поочередно что-то клюют, безуспешно пытаясь вытащить. Подошли ребята, отогнали нахальных птиц. Те нехотя отлетели в сторону, сели поодаль и с интересом смотрят, что будет дальше.

А дальше ребята, заглянув под куст, обнаружили там израненного зайчонка, выудили его оттуда и принесли в садоводство. Принесли, бережно положили мне на ладонь и, понурившись, молча встали поодаль – очень уж жаль малыша! Вид у него и в самом деле был весьма плачевный: глаза полузакрыты, дышит как-то судорожно, сердчишко бешено колотится, а носик шевелится слишком вяло. Ясно: зайчишка в шоке. Что делать?

Везти к ветеринару – очень далеко, а крольчихи с крольчатами под рукой нет. Вскармливать искусственно? Но сначала надо оказать специализированную и, главное, квалифицированную помощь.

Тут-то я и вспомнил рассказ Виталия Бианки. У одного из дачников была дворовая собака Найда. И как раз сейчас у нее были щенки. Пошли к ее хозяину. Виктор Васильевич только головой покачал:

– Да Найда, сами знаете, злее тысячи дьяволов. Она вашего зайчонка проглотит и сама не заметит.

Но подложить горемыку разрешил: делайте, как знаете, я вас предупредил.

А в самом деле – как подложить зайчонка, чтобы собака его приняла за своего? Решили сделать так, как делают в зоопарках. Виктор Васильевич зазвал Найду в дом и там заперся с ней. Мы аккуратно извлекли из конуры пару щенков, осторожно обтерли их влажной чистой тряпочкой, а потом ею же – зайчонка. Затем всех детенышей вместе водворили в конуру и ушли

со двора. После этого хозяин выпустил суровую мамашу. Когда Найда вернулась в конуру, то вместе со своими щенками тщательно обнюхала и вылизала зайчонка. Значит, приняла в семью!

Оправившись от ран и немного оклемавшись, зайчонок стал вылезать из конуры и занялся исследованием двора. В то время как его молочные братья и сестрички еще только недавно прозрели и пока еще сутками безмятежно спали, зайчонок довольно бойко шнырял по двору. Сначала Найде эти прогулки очень не нравились, и, когда зайчонок вылезал из конуры и неторопливо семенил к дому, она, недовольно повизгивая, брала его за шиворот и возвращала обратно. Прием был протестовал, не брыкался и не возмущался. Вернувшись в конуру, он невозмутимо направлялся к выходу – и снова к дому. В конце концов Найде вся эта кутерьма надоела, и она перестала затаскивать непоседу в конуру. Только издали внимательно наблюдала за его перемещениями по двору, готовая в любой момент прийти на помощь.

Зверьяча молодежь поднимается быстро, и вот тут-то сполна оправдалась старинная народная мудрость: с кем поведешься – от того и наберешься. Стал зайчонок постепенно перенимать у Найды и щенков собачьи повадки. Найда выскочит из своего убежища и начнет остервенело лаять – зайчонок следом за ней и тоже... «лает», издавая забавные трескучие звуки. Найда грызет кость, зажав ее лапами, – и зайчонок грызет морковку, капусту, свеклину, тоже прижав ее к земле обеими лапками. А чуть подрос Пушок (так его единодушно прозвали – уж больно пушистый стал со временем), и тоже стал грызть кость. Уляжется посередине двора, кость прижмет обеими лапками к земле и с упоением грызет. И не от недостатка кальция (глицерофосфат кальция он получал в достатке) – подражал! И не подходи к нему во время этого занятия: затрещит, закудахнет негодующе, в глазах загорятся дьявольские огоньки; протянешь руку – так тяпнет зубами, что в другой раз не захочешь связываться с забиякой. А если Найда случится поблизости, так, не задумываясь, налетит с бешеным лаем – не трогай, дескать, моего ненаглядного...

Щенки подросли, и пришло время их разбирать. С Найдой остался один ее выкормыш – Пушок. Лишившись детей, Найда всю материнскую любовь сосредоточила на зайчонке. Она заботливо ухаживала за своим питомцем – тщательно вылизывала ему мордочку, чистила шубку. По ночам они спали в конуре, тесно прижавшись друг к другу.

Если кто-то чужой заходил во двор, то вслед за рычащей и лающей собакой выскакивал Пушок. «Рычал» (скорее – свирепо кудахтал) с сильным стуком: стучал передними верхними зубами по нижним. Как-то забрел на участок бродячий пес – решил полакомиться зайчатинкой. Да без оглядки убежал с ободраным боком (Найдина работа) и прокушенным ухом (а уж это Пушок расстарался). В другой раз забрел к Виктору Васильевичу чай-то щенок, так с окровавленной мордой еле унес ноги: снова Пушок!

Пришла зима, но Пушок и Найда все так же дружно жили в конуре. Пришла весна, и решил Виктор Васильевич отпустить своего косоногого воспитанника на волю. Посадил в хозяйственную сумку и отнес зверька в ближайший лес. Там посадил Пушка на землю и пошел обратно в поселок. Пушок, увидев уходящего хозяина и поняв, что тот оставляет его одного, поскакал следом, издавая жалобные трескуче-стонущие звуки. Пришлось Виктору Васильевичу принимать ушастого нахлебника обратно.

Когда у Найды снова появились щенки, Пушок перебрался из конуры под крыльцо. Кончились у собаки семейные заботы – Пушок вернулся обратно: ведь зимой вдвоем и теплее, и веселее. Два года прожил заяц у Виктора Васильевича и ни разу не делал попыток уйти со двора. Но потом хозяин все же решил отдать его юннатам.

Итак, не придумал, не приукрасил свой рассказ «Лупленный Бочок» Виталий Бианки. И в самом деле, зайчонок, попав на воспитание к дворовой собаке, перенимает многие ее повадки.

Н.А.Паравян



VIII Всероссийская выставка научно-технического творчества молодёжи НТТМ-2008

25 – 28 июня 2008 г., Москва, ВВЦ, павильон № 57



Организаторы:

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Правительство Москвы,
Всероссийский выставочный центр,
Совет ректоров вузов Москвы и Московской области



При поддержке:

Торгово-промышленной палаты Российской Федерации



НТТМ-2008 – это:

Праздник молодёжной науки, демонстрация уникальных возможностей начинающих специалистов в построении общества, основанного на знаниях;



Итоги смотров, конкурсов и выставок научно-технического творчества и научно-исследовательской деятельности молодых специалистов, аспирантов, студентов, школьников, учащихся центров дополнительного образования;



Результаты поиска перспективных решений, воплощение новых идей в области науки, техники и технологий.



Победители конкурса номинируются на:

- ♦ премию для поддержки талантливой молодежи
- ♦ присуждение грантов по программе «У.М.Н.И.К»
- ♦ вручение медалей «За успехи в научно-техническом творчестве молодежи»



Участники выставки – представители интеллектуальной молодёжи из регионов России и стран СНГ в возрасте от 12 до 27 лет.



www.nttm-expo.ru
www.vvcentre.ru

Серое перышко





— Мне, батюшка, оксамиту на платье. Цвету смарагдового. И соболей на оторочку.

— А мне — венец новый. Не из самых дорогих, а сколь не жалко будет... но только чтоб с камнями. И зарукавья.

— А Марье — ягод лукошко, авось вередями пойдет, — тем же смиренным голоском добавила старшая. Поклонилась отцу, поплыла к двери. Середняя, сладко улыбаясь, за ней.

Марьюшка словечка не сказала в ответ. Знает, что дорогих подарков ей не видать. И так сватают вперед сестер, двоим уже отказал отец. Поил сватов медами лучшими, греческим вином — Марья молода, берите вместо Марьи Гордею, за ней вдвенадцатеро больше дам... Не сладилось дело.

— Марьюшка! — позвал Данила. Дочь подняла ресницы. — Говори, что твоей душеньке хочется?

— Спасибо, батюшка. У меня все есть, ничего мне не надо.

— Так не бывает! Чтобы молодую да веселую и ничего не желалось?! Скажи, может, забаву какую? Или... — хотел сказать «ягод на меду», но осекся, — или сластей?

Марьюшка взглянула на отца, и сердце Данилы дрогнуло. Чем-то вдруг она напомнила жену-покойницу.

— Купи мне, батюшка, перышко Финиста — Ясна сокола.

— Перышко? — Данила поднял бровь. — На что тебе соколиное перышко?

— Оно не простое, серебряное.

— Украшение какое?

— Нет. — Марьюшка продолжила шить. — Утеха на праздничный час. Купи, батюшка, оно недорого стоит. У баб на базаре спроси, они скажут.

Смарагдовый отрез и венец с зарукавьями давно лежали в суме, а вот с перышком вышла незадача. Никто не знал, что это за диковинка и у кого ее можно сторговать. Купчихи, посадские жены, простые бабы качали головами, смеялись, отмахиваясь от Данилы рукавами. Торговка пирожками чуть не сомлела от хохота — так залилась, не в силах перевести дух и по-лошадиному всхрапывая, что Данила плюнул и отошел. И то, смешно: зрелый муж бегаёт по базару, словно юродивый, ищет незнамо что.

Спрашивал у мужчин, но и те только диву давались. Один шустрый разносчик радостно закивал, повел Данилу к какому-то балагану, вынес оттуда «перо Финиста» — сушеную пальмовую вайю и на изумление скверно заругался, когда узнал, что не будет ему ни двух гривен, ни одной, ни даже медной полушки... Да где же добыть это окаянное перышко Финистово?

— Перышко ищешь?

Невесть как подкралась. Пожилая, лет под сорок, одета чисто, голова повязана белым платком не на русский лад, лицо темное, глаза и брови черные — знать, ясинка или болгарка. Нос тонкий, губы тонкие. Проживет еще столько да полстолько, вылитая будет Баба-яга, как в баснях бают.

— Ищу, дочке в подарок.

— Сам надумал или дочка попросила?

— Дочка.

— А мать позволила? — Ягишна усмехнулась одной щекой.

— Вдовец я, — отрезал Данила. — Есть у тебя перышко или попусту болтаешь?

— Есть. Продать тебе?

— Продай.

Не успел выговорить — баба развязала кису, что держала в руке.

Данила думал, Финистово перо окажется затейливым, вроде тех, что украшают боярские охотничьи шапки: кудряво завитое, осыпанное камнями-искорками. Но на узкой ладони лежала невзрачная сероватая полоска, вроде ивового листа. Такая же заостренная и сероватая.

— Это? Краса, значит, и утеха?

— А ты приглядись, купец. — Баба подняла перышко и повертела вправо-влево. Данила едва не ахнул: по бородкам пера побежали яркие радуги, мелькнули, пропали, появились снова. Он осторожно взял игрушку: вес был не пуховый, стерженок охлаждал пальцы. Попытался согнуть паутинной тонкости проволоочки, нажал легонько, сильнее — негнулись, упруго противились, как настоящее перо.

— Беру.

Ко всему-то Марьюшка приготовилась. И к тому, что отец перышка не найдет, и к тому, что вместо подарка принесет плетку: шутка ли, так налгать родному батюшке!.. Только не к тому, что отец добродушно усмехнется и подаст ей перышко. Подвигился радужным переливам да спросил, где слыхала о диковинке. У колодца, сказала Марьюшка. Сестрицы-змеищи кинулись, схватили, со всех сторон обсмотрели, пошипели — дура, мол, дурочка, нацепи в волоса свое перышко и красуйся! С тем и оставили.

Стыдно, страшно, а назад хода нет. Рано или поздно домашние прознают, какое такое перышко, и тогда... Лучше разом, как с моста в воду.

Новое платье и материн ожерелье лежали на сундуке, ждали своего часа. Наконец утихли и сестры, и девочки-чернавки. Марьюшка нарядилась, не зажигая огня. Затешила самую тонкую лучинку. Все равно огонек получился слишком ярким — кто выйдет во двор или в сени, враз заметит. Но в темноте страха не одолеть.

Бросить перышко об пол. Бросила. Радуги замелькали ярче и быстрее. Сказать шепотом: «Любезный Финист — Ясный сокол, жених мой жданный, явись ко мне!»

И трижды прочесть «Да воскреснет Бог»: все-таки хоть и не змей огненный, а кто его ведает...

Трижды прочесть молитву Марьюшка не успела. И птицы-сокола не заметила. Загудело, как зимой в трубе, и из воздуха появился он.

Марьюшка, забыв о страхе и стыдливости, смотрела на него во все глаза. Надо же разглядеть, с кем век коротать.

Не высок и не дороден, в поясе тонок. Одет в серебристый атлас или тафту — при лучине не разглядишь, все гладкое, без узоров и оторочек. Шапки нету, волосы светлы, выются, как быстрый ручей, надо лбом острижены, за ушами длинней. Усы кудрявые, борода не выросла. Лицо чистое, светлое, брови темнее волос, а глаза и впрямь соколиные: золотые, круглые и не смигивают.

— Здравствуй, краса ненаглядная! — сказал, посмеиваясь. — Биться будем или мириться? — Помолчал краткий миг, добавил: — Обниматься или целоваться?

— Поговорить бы вперед, — ответила Марьюшка.

Чародейский молодец усмехаться перестал и воззрился

на нее, будто это она, Марья, к нему прилетела на рога-том ухвате и предложила непотребное.

— Да ты... красная девица... — Обвел глазами светелку: сундук, столик у окна, постель на лавке. Снова уставился медовыми очами — на узенький венец и застегнутый до последней пуговки летник. — Не жена, не вдова — как же ты... кто тебя научил этакому? Где перышко взяла?

— Батюшка с базара принес.

— Батюшка?

— Он не знал, для чего оно надобно.

Молодец произнес несколько слов на неведомом языке, повертел головой, засмеялся:

— А ты-то знаешь, дитятко?

— Где ты дитятко углядел — мне пятнадцать годов, шестнадцатый! Не для худого тебя позвала, а для доброго!

— Для чего же?

Марьюшка собралась с духом, тронула ожерелье на счастье и — как с моста в воду:

— Люба я тебе?

— Люба, — признался молодец.

Марьюшка поклонилась до земли:

— Если любя, возьми за себя. Доброй женой буду, век из воли твоей не выйду, только возьми.

— Куда... куда я тебя возьму?

— В тридесятое царство!

— Куда?!

— Где сам живешь, туда и жену возьми! — дерзко сказала Марьюшка. — Не знаю, как твоя земля зовется, а и ты мне люб. Не оставь погибать, увези. Матушка десять лет на погосте, сестры поедом едят, а батюшка мне от них не заступник. Не отдает меня вперед их, а мне жизнь не мила.

— Сестры поедом, — повторил Финист. Он все еще глядел, как булавою ошеломленный. — Ну что ж, девица... как тебя величать?.. Марьюшка. Что ж, Марьюшка, хочется поговорить — говори. Спрашивай гостя, как хозяйский долг велит.

Вспомнив о хозяйском долге и девичьей скромности, Марьюшка потупила очи и присела бочком на правый краешек лавки. Молодец присел на левый край, ближе к светцу.

— Поздорову ли, господине Финист? Какого ты роду-племени? Боярин, али купец, али... — «Колдун» не выговорилося.

— Да, пожалуй что купец. А еще мастер — ну, пусть будет корабел и кормчий. Нас тут семеро. Чужестранцы мы, веры не русской. Пришли сюда на... летучем корабле. Слыхала про такие?

— Знаю.

— Вот и славно, что знаешь. Живем тут у вас девятый год, домой дела не пускают. К примеру, меха ваши скупаем, ладим у себя развести соболя да куницу, да не выходит пока. А иной раз, да, тоска берет холостому быть. Наших жен и девиц с нами нет, одна только есть, она над нами начальствует.

— Как начальствует? Хозяйка ваша? Разве жена может купцом быть?

— Наша все может, ну да не о ней речь. С людьми мы мало знаемся, вера у нас иная, родина далеко. Так далеко, что замуж туда ни одна не пойдет, да мы и не сватаемся.

— Так ты из Индии?

— Еще дальше. Со мной уедешь — век весточки домой не подашь... Ну вот, думали мы и придумали. Вера наша возбраняет приступать к жене допрежь того, как она сама позовет. А жены, да вдовы, да девицы в вашей земле по

теремам сидят. Вот и сделали наши мастера перышки, записали в них малыми буквами имена наши, прозвания. Продали на базаре через жен-ведуний как тайну великую. Ох, найду Мирку, будет ей гостинчик!.. Так где перышко ударится об пол, там нас и ждут. Туда мы и в гости бываем. Поняла али прямой сказать?

— Куда ж прямой. — Марьюшка покраснелась. — А если... если дурная собой перышко купит? Кривая, худая да лысая?

— Не видал еще у вас некрасивых. А кривой глаз я вылечить могу.

— Вы все колдуны?

— Мы мастера. Душу нечистому не продавали.

— Ты, значит, тут жен да вдов утешаешь, а дома тебя супруга ждет?

— Нет у меня супруги, — признался Финист.

— В такие лета и нет? По какому же вы закону живете?

— Про лета особый разговор, а закон... Не православный, сразу скажу. Но женам и девам обиду чинить у нас строго заказано. За это карают без милости.

— Головы рубят али как?

— Лучше бы рубили!.. Так что, Марьюшка, передумала? Ведь я некрещеный, нас и в церкви не обвенчают.

— А не хочешь ли креститься? — тихо спросила она. Головы к нему не повернула, а все равно — светлое лукавое лицо так и стоит в очах.

Финист хлопнул себя по коленям и рассмеялся, но тут же зажал себе рот.

— Ох, девушка милая! Ну а если я все же колдун?

— Что ж, коли так! В Приречном конце Петрович-знахарь, жена у него и детишек четверо, все в церковь ходят.

Находчивый ответ заставил гостя призадуматься.

— Да пойми ты, мне у вас не жить. А ты у нас жить не сможешь. На что тебе я, инородец? Такая умница да красавица, обожди, пока сестер со двора сведут.

— Ты их видел, сестер моих?! Сведут их, как же! Раньше я в могилу сойду!

— Тише! — Соколиные зрачки сжались.

— Что?

— Ходят. Смотри сюда, Марьюшка. Другой раз не бросай перо, а возьми ну хоть иголочку. — Он уверенно сунул руку в темный угол, поднял с пола иглу. — Здесь и здесь острием нажми — видишь крапинки? Ну, приглядись, вот они. А то отдай кому не жалко или брось на улице.

— Нет! Сказала...

Финист приложил палец к губам — и исчез прежде собственной тени, которая, показалось Марьюшке, еще замешкалась на полу. Не успела дух перевести, в дверь застучали.

— Марья! — окликнул батюшкин голос. — Отвори сей же час!

— Иду!

Отстегивать ожерелье, снимать алый летник на осьмнадцать пуговицах было некогда. Марьюшка побежала к двери.

Батюшка был не один. Тут же стояли старшая с средней и девка Танька, а за батюшкиным плечом маячил Онфим со свечой в левой и дубиной в правой.

— Простите, что помедлила. За работой задремала.

— Глядите, батюшка, на ней платье другое, лучшее! Для кого наряжалась, а?

— Для себя самой, сестрица милая! Кайму подбирала. Батюшка, что они наплели на меня? — Марьюшка сама удивилась, как легко сошла с языка ложь.

Притворив дверь, Данила обернулся к старшей и средней:

— Дуры.

Отец редко бранился, а при слугах — и вовсе впервой. Дочери молча отдали поклон. Дескать, завтра поглядим, чей верх будет.

Кума Пелагея, всем трем сестрам крестная мать, пожаловала еще до обеда. Явилась и сразу начала выпрашивать, что Данила дарил дочкам. Не успел он выговорить про Финистово перышко, кума тяжело осела на скамью, застонала, закрестилась:

— Охти мне! Сором-то какой! — И заголосила певучим басом, будто колокол: — Да ты, кум любезный, али перепил, али недопил, али в самый раз выпил, что родной дочери своими руками этакую мерзость!.. Ой вы девоньки горькие, покинула вас мать нерадивая на отца бестолкового!

В сенях хихикали. Старшая с середней, посылая Таньку к крестной, и не ждали такой удачи...

Перышко Данила стоптал каблуком — только хрустнуло да блеснуло. Марья вскрикнула, будто ее самое сапогом ударили, и оттого разгорелась в нем лютая ярость. Как Пелагея сказала, что девичьей чести ущерб не было, отец поуспокоился, но говорить со лживой ослушницей не стал. Молча вышел из светелки и сам заложил засов.

Постоял, прислушался. За дверью молчали. Гордо и безжалостно, ему в ответ.

— Ты рехнулся. Это отвратительно!

— Дело вкуса.

— Пусть так. А что ты сделаешь, когда она сбежит, да еще беременная от тебя?! Ты берешься просчитать информационные последствия? Дикие слухи, потом генетику?

— Берусь.

— Ты самоуверен. Нет, уж лучше я все возьму на себя. Как врач и как командор.

— Не посмеешь!

— Знаешь, что посмею!

— Марьюшка, это я, Танька! Не нужно ли чего?

— Сама мне про Финиста баяла, а теперь «не нужно ли чего»?

— Так а что я? Я думала, бабы врут... Ой, Марьюшка, что ж теперь с тобой станется?

— Батюшка выдаст за Илью Митрофаныча. Завтра пошлет за дьяком, сговор будет.

— Ой, Марьюшка!

— Танька, выпусти меня. Я тебя не забуду.

— Что мне с твоей памяти? Меня Данила Никитич багогами велют забить!

— Не велит. Я уйду через заднее крыльцо, а ты засов задвинь, как было. Подумают — сокол меня унес.

— Ой, Марьюшка, а он... он что, взаправди был?

— Взаправди. Он меня унес бы, да без перышка не позвать его.

— Да на воротах-то замок!

— А я на амбар и через забор.

— Ножки переломашь!

— Ты небось не переломала, когда тебе Васька-гончар свистел. Отпирай, кому сказано!

Базар с утра был почти пуст, но бабу Мирку оказалось легко найти. Первый встречный и проводил, и охальничать не стал.

Зато темнотица веселилась вовсю. Чудно, правда, как-то смеялась. Будто что у нее болело.

— Ты и есть та хитрованка, вдового купца дочь? Али беда приключилась?



ФАНТАСТИКА

— Дай другое его перышко. Вот ожерелье, оно больше стоит, чем мой отец тебе заплатил. И скажи, где они живут.

— Не боишься?

— Не боюсь.

— Храбрая девка! Вот тебе перышко. Пойдешь через Никольский бор, потом ельником. Держи клубочек, да бросать не вздумай: просто гляди, чтобы красные нитки крест-накрест сходились. Неладно свернешь — и они разойдутся. К полудню увидишь железный тын, на нем черепа огнем горят, а за ним железная башня. Стучись в ворота. Перышко побереги да иголку не оброни. Ожерелье себе оставь.

— Спаси тебя Господь.

— Мне не удалось — у тебя выйдет.

Этих слов Марьюшка уже не слыхала. А ведунья перекрестила ее в окно, потом расстелила на скамье плат, увязала в него две рубахи и хлеб в тряпице. Что толку медлить — кабы отец за дочерью не пришел...

Перышко не призвало Финиста. Зато хитрый клубочек вывел верно. Железная башня поднималась выше елей, черепа на огаде слабо светились алым.

Найдя ворота, Марьюшка постучалась. Вышло тихо. Подобрала камешек, стукнула слегка — боялась повредить лощеное железо. Потом сильнее. Левый воротный столб сердито пропищал что-то.

— Не понимаю по-вашему, — ответила Марьюшка. — Отворяй ворота!

Ворота открылись. Не распахнулись, а поехали вверх, будто их кто на цепи подтянул. Марьюшка подняла голову, выглядывая ворот с работниками.

— Зачем пожаловала?

Во дворе, у башни, стояла женщина. Одета как Финист и хороша собой. Молодая, а гордая, прямо княжна.

— Работница не надобна? Могу пряхсть, ткать, вышивать.

Хозяйка захохотала. Потом спросила:

— Говори, что нужно!

— Я Финисту невеста.

— Невеста! — Княжна гадко усмехнулась. — Таких невест у него...

— Как у тебя женихов? — крикнула Марьюшка. — Твое перышко почем идет на базаре?

— Экая ты! — Хозяйку будто и не задело. — Ладно, заходи.

Внутри башни все тоже было железным. Светлым и блестящим, как отточенный нож. На стенах ничего: не говоря про образа, ни тканого, ни шитого нет. И мехов не видать. Полы голые, лавки голые, лесница голая. Двери прячутся в стенах и снова выползают, сами становясь стенами.

— Здесь он. Спит, устал с дороги. Разбудишь — будет твой.

Холод вроде и несильный, а пробирает до костей... Марьюшка уже знала, что увидит. Железо сменилось серебром. Серебряный свет заполнял горницу. Шесть



ФАНТАСТИКА

ледяных гробов пустых, а в последнем — он. И колдовские огни мерцают в изголовье.

Она заставила себя подойти совсем близко. Нет, не мертвый, вправду спит. Щека холодная, но не мертвенно холодом, а живым, будто с мороза.

— Финист!

Молчание. Дышит ли? Не дышит. Но ведь живой?

— Финист!

Что ж теперь? Кричать криком, как в песнях да в баснях? «Встань-пробудись, мил-сердечный друг, никогда я...»

Никогда.

Горячая слеза упала на серебряный атлас. И скатилась, как росинка с листа.

— Врешь, не заплачу!

Перышко на месте. Игла заколота в ворот. На эту крапинку и на эту...

Ничего.

Но ведь хозяйка обещала отпустить его, если Марьюшка разбудит, — пусть глумилась, но, значит, возможно?.. Боясь передумать и спугнуть надежду, она взглянула пристальнее на гроб, на колдовские огни. Тут же, у изголовья, по верхнему краю — узенькие скважинки. Шесть красных, одна зеленая. Как раз под стерженек пера. Красных много, зеленая одна...

Перышко вошло легко и дернулось в пальцах, словно живое, прилегло к стенке. Знакомые радуги побежали ярче и быстрее.

Веки оставались неподвижными, грудь не поднялась вдохом. Зато на ледяной стенке проступила картина. Человеческий образ, написанный не красками, а светящимися линиями, будто сплетенный из путаных нитей. Почти все нити — сапфирово-синие, только там, где грудь, синие петли свиваются в пурпурный узелок. И этот узелок вздрагивает: раз, другой... снова...

Острие иглы провело по стволу пера. Коснулось бородки, еще одной. У сапфировых линий возле сердца появился аметистовый отлив. Третья... Пискнуло, будтомышь, и голос, тот же, что у ворот, произнес несколько укоризненных слов:

— Добро. А так?..

...Четырнадцать лет Марьюшка вышила паволоку для собора Косьмы и Дамиана, по обету — от Покрова до Рождества. Такую работу, говорили, вчетвером не поднять, а она закончила до срока. Вся улица знала: лучше вышивальщицы, чем Данилова Марья, нет ни среди девок, ни среди баб. Две-три старухи прежде могли с ней порвняться, но теперь глаза не те.

Много позже она видела во сне, что вышивает образ милого — мелким бисером, что нельзя взять в щепоть, можно лишь поддеть на кончик самый тонкой иголки, а пальцы стынут на холоде, серебряный зимний свет меркнет, и не успеть до звезды...

На самом деле было иначе. Она сидела на полу и, глядя на светящийся рисунок, иглой перебирала бородки

пера. Она не могла бы сказать, почему пропускает одни и подцепляет другие, старалась только делать так, чтобы синие линии розовели, наливаясь живой кровью. Писклявый домовый корил ее все реже, а на смену серебряному свету приходил алый и золотой.

Врач-командор, не слыша из губернатора криков и дикарских причитаний «на кого меня покинул сокол ясный?», встревожилась — не умерла ли девчонка? — и осторожно заглянула в дверь.

Девчонка пела. Сидя на полу и не оборачиваясь, напевала невыразительно, размеренно, бездумно — так поют за работой.

— Ах ты зи-му-ушка-зи-ма-а, зи-ма снеж-на-я была... — Жжет веки, болят исколотые пальцы, сон одолевает. — Зима снежная была-а... все до-ро-ги за-ме-ла... — Мышеписк, стенотреск, проступает синь за белой оторочкой окна. — Все дороги, все пути-и... не проехать, не пройти...

Потеряла разум?

Но не успела врач-командор испугаться, как заметила другое. Еще более страшное.

Схема физиологических уровней была включена — и светилась всеми оттенками желтого. До возобновления функций оставались секунды.

— Ты?!

— Поздорову, господине. Думал сбежать, а вот она я.

Марьюшка потерла саднящие глаза. Финист выпрыгнул из гроба, подхватил ее на руки.

В горнице вдруг стало темно от людей — кроме княжны, появились еще двое или трое. Стали спорить, тыкать пальцами в медленно меркнущий золотой рисунок, который вдруг сменился такими же золотыми строчками мелких, как мураши, буковок, неразличимых глазу. Стали показывать на Финиста, на Марьюшку, что-то выговаривать княжне. Старший, с седой бородой, погрозил кулаком. Княжна прикрикнула на него, подбоченилась, топнула каблучком. Потом обернулась к Финисту и Марьюшке и спросила по-русски:

— Как тебе удалось?

— Что?

— Сама не знает, что сделала! Ты взломала... простым перебором... не зная... даже без... — Она безнадежно махнула рукой. — У вас и слов-то нет это объяснить! Но как ты с ключом управлялась, со вводом? Вы же все подслеповатые!

«Не тебе, твоя милость, меня судить, — хотела сказать Марьюшка. — Небось своей рукой ни единой рубашки не сшила, все колдовством получала, сразу да быстро. А посадить тебя за бисер, мигом почивать запросишься. Сама подслеповатая!»

— Не кричи, — ответил княжне Финист.

Седой взглянул на них и вдруг подмигнул Марьюшке. И она поняла, что никто ее отсюда не прогонит.





Нагревательные плиты STANDARD

NEW!



ES-HF3040

- Фторопластовое покрытие!
- Выносной блок управления!
- Широкий температурный диапазон!
- Цифровой дисплей!
- Прошли испытание в лабораториях!

**предназначены
для быстрого и равномерного
нагрева стаканов,
колб и других емкостей
в условиях лаборатории.**



ES-NA4060

Технические характеристики

Параметр	ES-HF3040	ES-HF4060	ES-NA3040	ES-NA4060
Рабочий диапазон температур, °С	Т комн. +5 ... 210		Т комн. +5 ... 350	
Тип исполнения блока управления	встроенный	выносной	встроенный	выносной
Нагревательная платформа, материал	фторопласт		дюралюминий	
Химическая стойкость платформы	устойчивая ко всем агрессивным средам		устойчива к большинству кислот	
Дискретность установки температуры, °С	1			
Стабильность температуры по платформе, °С	± 5			
Время непрерывной работы, не менее, ч	16			
Размер нагревательной платформы, мм	300 · 400	400 · 600	300 · 400	400 · 600
Максимальная мощность, кВт	2,0	3,0	2,0	3,0
Напряжение, В	220 – 230 В, 50/60 Гц			
Масса, кг	18	30	18	30

Особенности

1. Оптимальное решение для большого количества анализов по разложению проб.
2. Впервые в России использовано фторопластовое покрытие в нагревательных плитах STANDARD.
3. Блок управления нагревательных плит ES-NA4060 и ES-HF4060 позволяет регулировать температуру платформы дистанционно, за пределами агрессивного воздействия среды. Это значительно увеличивает срок эксплуатации прибора.

Безопасность

Нагревательные плиты STANDARD соответствуют требованиям безопасности по ГОСТ Р 51350-99.

ЗАО «НПО ЭКРОС»

199026, г. Санкт-Петербург,
Детская ул., д. 5а; тел.: (812) 322-9898
факс (812) 325-3877; e-mail: info@ecros.ru;
internet: www.ecros.ru

Региональные представительства

- Архангельск тел. (8182) 66-9052
- Астрахань тел. (8512) 39-0340
- Волгоград тел. (8442) 32-7970
- Екатеринбург тел. (343) 365-9884
- Казань тел. (843) 277-5701
- Краснодар тел. (861) 234-3522

ООО «Экохим»

оптовые продажи
(812) 322-9600, 449-3122, 449-3123.
E-mail: info@ecohim.ru
www.ecohim.ru

- Москва тел. (495) 497-6909
- Нижневартовск тел. (3466) 24-0901
- Нижний Новгород тел. (831) 412-0952
- Новосибирск тел. (383) 363-0737
- Омск тел. (3812) 65-9646
- Пермь тел. (342) 239-9843

ЗАО «Экрос-Балт»

оснащение учреждений образования
(812) 449-0431, 449-0432, 449-0433.
E-mail: info@ecrosbalt.ru
www.ecrosbalt.ru

- Самара тел. (846) 279-4854
- Саратов тел. (8452) 29-2340
- Сургут тел. (346) 232-7070
- Тольятти тел. (8482) 42-0406
- Ярославль тел. (4852) 55-5125
- Уфа тел. (347) 256-9065

Сливочное масло

Каков состав сливочного масла? Масло – это эмульсия воды в молочном жире, причем жира должно быть не менее 82%, а влаги не более 16%. А молоко и сливки – это эмульсия жира в воде. Для приготовления масла приходится разрушить эту устойчивую эмульсию и убрать лишнюю воду. Для этого молоко сбивают. При этом микроскопические жировые шарики теряют свои оболочки, слипаются и образуют сплошную общую массу, которая и называется сливочным маслом. Чтобы сделать один килограмм настоящего сливочного масла, требуется до 25 литров свежего коровьего молока. Еще в масле есть в малом количестве белки, молочный сахар, соли и жирорастворимые витамины. Кстати, впервые обнаружил в молоке жировые шарики изобретатель микроскопа А. Левенгук в 1697 году.

Что такое молочный жир? Это сложные эфиры глицерина с жирными кислотами, которых в масле обнаружено около шестидесяти. В состав некоторых эфиров входят жирные кислоты с относительно короткой углеродной цепочкой. Одна из них так и называется – масляная. Поскольку с укорочением цепи жирной кислоты температура ее плавления снижается, сливочное масло при комнатной температуре мягкое, в отличие от других животных жиров, например свиного сала.

Какие добавки вводят в сливочное масло? В масло могут добавить аскорбиновую кислоту (витамин С) – она играет роль антиокислителя и консервирует масло, а заодно увеличивает его витаминную ценность. Вторая добавка – каротин, который подкрашивает масло в желтоватый цвет, когда масло делают из зимнего молока и оно получается совсем белым. Чтобы масло лучше хранилось, в него могут добавить соль. Еще лучше хранится масло, приготовленное из соленых сливок с добавлением молочнокислых бактерий (кислосливочное). Все другие добавки (какао, натуральные соки и т.п.) уменьшают содержание жира в конечном продукте. А вообще, что корова поела, то в масло и попало. Самое душистое и красивое масло получается из летнего молока коровы, пасущейся на разнотравье.

Что такое крестьянское масло? В крестьянском масле только 72,5% жира, все остальное – вода. Крестьянским это масло названо не случайно: в самодельном деревенском масле тоже много влаги. Дело в том, что при сбивании масла содержание воды в нем сначала падает, а потом масло вновь начинает набирать влагу. Стараясь сбить масло как можно лучше, крестьяне делают это несколько дольше, чем требуется, и часть пахты вновь распределяется внутри масляных зерен. Но зато в нем больше вкусовых и ароматических веществ, которые растворимы в воде.

Что такое вологодское масло? Технологию приготовления вологодского масла разработал еще в XIX веке известнейший русский специалист по молоку и молочным продуктам Н.В.Верещагин – брат знаменитого художника. На одной из парижских выставок Н.В.Верещагин попробовал прославленное масло от нормандских коров и понял, что слава у этого масла не дутая. Однако на лугах России растут не те травы, нежели во Франции, и от коров даже лучших отечественных пород такого масла получить было нельзя. Тогда ученый пошел на технологическую хитрость: перед сбиванием он нагрел сливки почти до кипения. И характерный ореховый привкус, который он уловил в нормандском масле, сохранился и в созданном им продукте. Из скромности, а также ради облегчения внешней торговли Н.В.Верещагин назвал масло «парижское». Так оно долгие годы и было у нас известно как «парижское». А сами французы, ввозившие его из вологодской губернии, переименовали это масло в «петербургское». Свое же современное название вологодское масло получило лишь 50 лет назад.



Кстати, запастись вологодское масло на зиму нельзя: оно хранится только месяц. На тридцать второй день его объявляют просто маслом, не лучшего, но высшего сорта

Чем оно полезно, а чем вредно? Сливочное масло, состоящее на 60–80% из молочного жира, – совершенно уникальный продукт. Хотя полиненасыщенных жирных кислот в нем в 20 раз меньше, чем в растительном, зато есть легкоусвояемые жирные кислоты, которых в растительных маслах практически нет. Эти кислоты с 4–14 атомами углерода (масляная, капроновая, каприловая, каприновая, лауриновая, миристиновая) имеют большее сродство к воде, легко всасываются в желудочно-кишечном тракте. Сливочное масло усваивается на 90–95%, поэтому именно оно показано детям, у которых еще не сформировалась система пищеварения, и людям, плохо усваивающим жир.

С другой стороны, 100 г сливочного масла содержат 160–180 мг холестерина. Холестерин необходим для построения клеток и синтеза гормонов надпочечниками, но избыток его опасен для здоровья. В обычном рационе его количество не должно превышать 500 мг в день, а при сердечно-сосудистых заболеваниях – 300 мг в день. Но холестерин есть не только в масле, но и в других молочных продуктах. Более того, мы не только получаем холестерин с пищей, но и синтезируем в собственном организме из углеводов и растительных жиров. Поэтому даже 100%-ные вегетарианцы, не получающие с растительной пищей ни миллиграмма холестерина, тоже страдают от атеросклероза.

Выход один: соблюдать меру как в потреблении сливочного масла, так и в полном отказе от него. Оптимальное соотношение животных и растительных жиров равно 70:30. Взрослому здоровому человеку нужно в день около 30 г растительного масла и не более 20 г сливочного (молодым – до 50 г). Для других случаев норму укажет врач.

Что может испортиться в сливочном масле? Сливочное масло портится, если оно сделано с отступлениями от технологии или неправильно хранится. Пожалуй, самый известный дефект – прогоркание. Под действием плесеней или без их участия начинается гидролиз молочного жира на глицерин и жирные кислоты, а затем на альдегиды и кетоны. Они неприятно пахнут (особенно эпигидриновый) и в некоторой мере токсичны.

Еще один дефект – так называемый порок штафф, или кромка. В этом случае масло окисляется с поверхности, ненасыщенные кислоты переходят в насыщенные и жир частично полимеризуется. В результате поверхность становится интенсивно желтой, и перед едой ее надо счищать. В этом случае масло можно перетопить и получить топленое масло. Оно содержит не менее 98% жира, но в нем практически нет биологически активных веществ.

Вообще чем больше белков в масле, тем выше его стойкость к окислению. Поэтому крестьянское масло хранится значительно лучше вологодского. Белковая оболочка предохраняет жир от окисления. А вот топленое масло, в котором белок коагулировал и молочный жир обнажен, плохо хранится на холоду, зато прекрасно – при комнатной температуре. Свет тоже провоцирует окисление, поэтому храните масло в непрозрачной упаковке.

А еще есть порча микробиологическая, при которой микроорганизмы разлагают то небольшое количество белка, которое не ушло в пахту, а масло начинает пахнуть сыром. Для сыра разложение белка – естественный процесс, но масло с запахом сыра никуда не годится.

Почему масло крошится? Сливочное масло должно быть мягким, а крошится оно, если нарушена технология его изготовления. Тогда в готовом продукте начинают расти кристаллы молочного жира, и масло теряет свою пластичность.

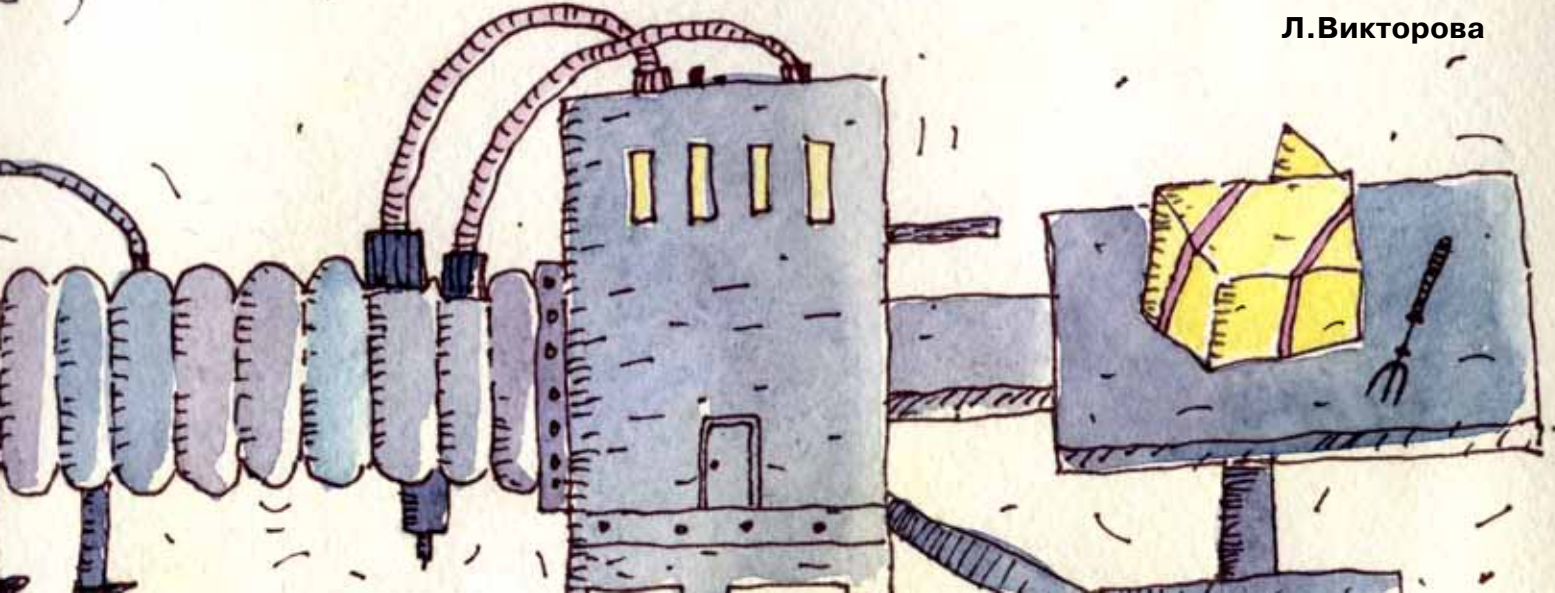
Почему при жарке масло пенится? Сливочное масло чадит и пенится из-за белков, которые при нагревании разлагаются. На крестьянском масле жарить совсем не хорошо – там много белков и воды. А вот на топленом можно, там белков почти не осталось. Но вообще сливочное масло предназначено не для жарки, а для бутербродов, заправки каши и картошки, приготовления выпечки и кремов.

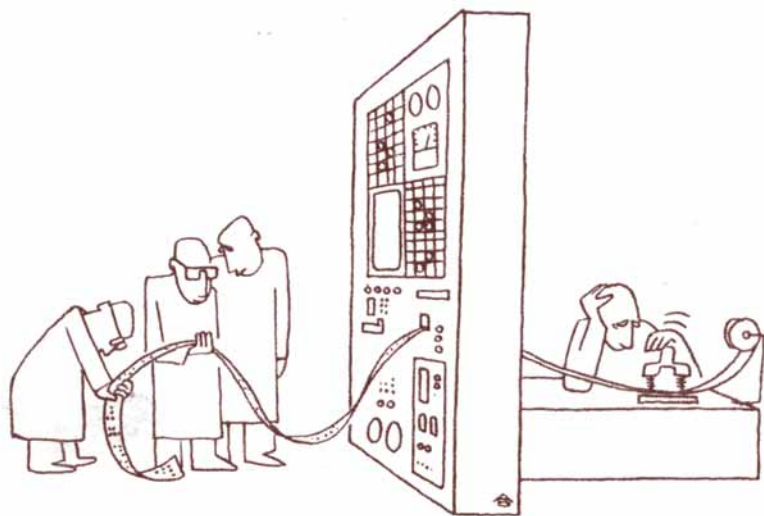
С какими продуктами сочетается сливочное масло? Понятно, что масло, состоящее в основном из жиров и небольшого количества белков, должно сочетаться с углеводной пищей. Вот почему так вкусны бутерброды с маслом и сыром и пирожные со сливочным кремом. Вот почему кашу маслом не испортишь.

Л.Викторова

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

Художник Е. Станикова





Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Мышьяк и ядерный реактор

Нет, не был отравлен Наполеон Бонапарт на острове Святой Елены. Во всяком случае, он не был отравлен мышьяком. Точку в многовековом деле о причине смерти французского императора поставили ученые из Итальянского национального института ядерной физики в Гран-Сассо (агентство «АльфаГалилео», 11.02.2008).

Версия о том, что Наполеон был отравлен именно мышьяком, возникла вскоре после его смерти, поскольку была обнаружена высокая концентрация этого элемента в его волосах. За прошедшие полтора столетия как только исследователи не травили императора. Мышьяк ему подсыпали в пищу, растворяли в питье и даже использовали в клее для обоев, чтобы смерть наступала медленно, но верно, не вызывая ни у кого подозрений.

Итальянские же ядерщики подошли к делу основательно. Во французских и итальянских музеях они собрали целую коллекцию волос. В ней были и детские волосы Наполеона, и волосы, состриженные во время заточения на острове Эльба, и волосы, взятые как в день смерти, 5 мая 1821 года, так и несколько дней спустя. Были в коллекции волосы Жозефа Бонапарта, сын Наполеона от Марии-Луизы, состриженные у него в 1812 году, то есть в годовалом возрасте, а также в 1821 и 1826 годах, когда он жил в изгнании у своего деда — императора Франца I. Были и волосы первой жены Наполеона императрицы Жозефины, взятые в день ее смерти в 1814 году. В качестве контроля выступали образцы волос десяти наших современников.

Волосы поместили в экспериментальный ядерный реактор в Павии и провели операцию по нейтронной активации ядер. Этот метод хорош тем, что он не разрушает образцы и в то же время дает чрезвычайно точные измерения очень малых количеств вещества.

Оказалось, что в волосах членов императорской семьи содержание мышьяка всегда было высоким, независимо от того, когда их состригли! Оно в сто раз больше, чем у ныне живущих людей, и составляет 10 ppm (миллионных долей). Сейчас такое содержание мышьяка действительно считается опасным. «Поскольку мышьяка было много и в волосах Наполеона-мальчика, и в его волосах периода заточения, дело идет не об отравлении, а о постоянном поступлении мышьяка в организм этих людей», — говорит один из участников работы Этторе Фиорини.

С.Анофелес

..создан трехмерный голографический дисплей на фоторефрактивных полимерах, способный обновлять изображение; его размер 4 на 4 дюйма («Nature», 2008, т.451, № 7179, с.694—698)...

...облако крупного лесного пожара может инициировать наземные разряды молний, которые, в свою очередь, вызывают пожары («Сибирский экологический журнал», 2007, № 6, с.913—918)...

...если в ближайшие семь—восемь лет продолжится потепление и увлажнение климата, то возделывание картофеля и зерна в Южном Подмосковье будет все более трудоемким и, возможно, придется перейти от интенсивного земледелия к лугопастбищному («Почвоведение», 2008, № 1, с.83—94)...

...из многолетнемерзлых отложений Восточной Сибири возрастом от десятков тысяч до миллионов лет найдены бактерии, устойчивые к антибиотикам («Генетика», 2008, т.44, № 1, с.36—44)...

...попытки вылечить различные возрастные заболевания, например сердечно-сосудистые, диабет, болезнь Альцгеймера, с помощью инъекций суспензии стволовых клеток в кровь могут приводить к развитию онкологических заболеваний («Молекулярная медицина», 2007, № 4, с. 3—9)...

...нарушения функций мозга у людей, переживших взрыв, могут быть вызваны действием ударных волн на кровеносную систему («Science», 2008, т.319, № 5862, с.406—408)...

...способность вируса птичьего гриппа поражать клетки человека может быть связана не с ковалентным строением полисахарида клеточного рецептора, а с укладкой этого полисахарида в определенную форму («Nature Biotechnology», 2008, т. 26, № 1, с.107—113)...

...испытана на мышах высокоэффективная вакцина против гриппа, которую нужно вводить под язык и глотать

(«Proceedings of the National Academy of Science of the USA», 2008, т.105, № 5, с.1644—1649)...

...предложена новая гипотеза эволюционного происхождения полета, согласно которой предки птиц запрыгивали на нижние ветки деревьев («Известия РАН. Серия биологическая», 2008, № 1, с. 5—17)...

...если удобрять почву илом, который получается при биологической очистке сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий, вредные вещества, в частности бенз(а)пирен, переносятся в растения в небольших количествах, не превышающих фоновый уровень («Агрохимия», 2008, № 1, с.68—75)...

...общая выносливость спортсмена определяется геном ангиотензин-превращающего фермента ACE («Физиология человека», 2008, т.34, № 1, с.129—131)...

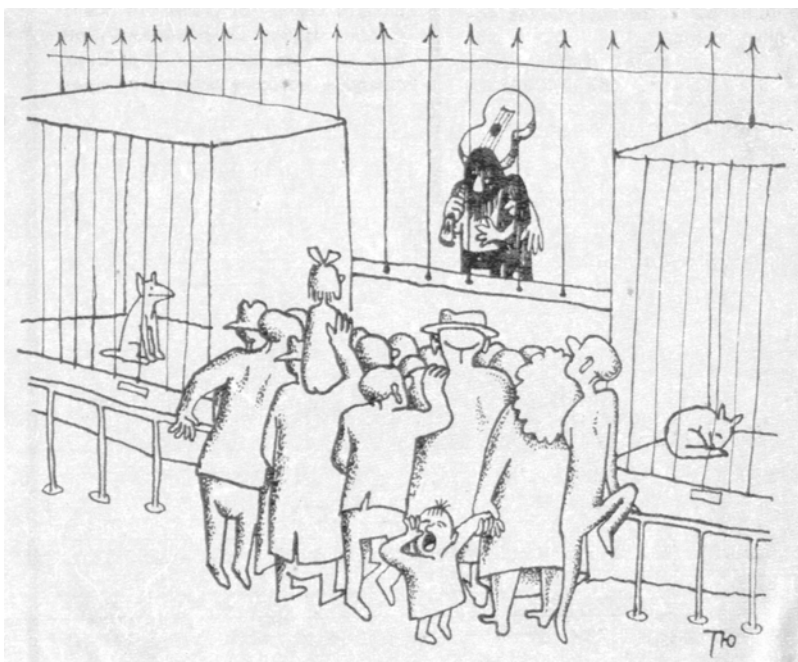
...нанобиотехнология — наука, изучающая возможности применения биологического материала размером 1—100 нм для разработки устройств и систем таких же размеров («Прикладная биология и микробиология», 2008, т.44, № 1, с.3—8)...

...причина нерождения около 3,5—4,0 млн. детей в России за последние 15—20 лет — в мужском бесплодии («Вестник РАМН», 2007, № 11, с. 50—52)...

...разработан метод видовой идентификации куньих по митохондриальной ДНК, содержащейся в экскрементах («Экология», 2008, № 1, с.73—76)...

...кинематографический видеоряд может иметь «доступ» к базовым формам сознания и самосозерцания человека («Психологический журнал», 2008, т.29, № 1, с. 46—53)...

...по данным за июль 2007 года, 34% россиян положительно относятся к предложению возродить в России публичные телесные наказания за уголовные преступления («Общественное мнение-2007», 2007. М.: «Левада-центр»)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Все голубоглазые люди — родня

О том, что у всех людей глаза на самом деле карие, а голубыми, серыми и зелеными их делает лишь толщина слоя, радужной оболочки, который содержит коричневый пигмент меланин, «Химия и жизнь» рассказывала давно, в марте 1986 года. С тех пор много химических реактивов утекло, методы молекулярной генетики сильно развились, и наконец-то появилась возможность выяснить, какова же генетическая причина светлых глаз. Этой возможностью воспользовался Ханс Эйберг из Копенгагенского университета (агентство «АльфаГалилео», 30 января 2008 г.).

Примерно в 1996 году он обнаружил, что цвет глаз связан с работой гена OCA2, и с тех пор вместе с коллегами искал, как именно проявляется эта связь. Изучение множества голубоглазых людей показало, что концентрация меланина в радужной оболочке у них различается мало. То есть дело в какой-то одной мутации, которая появилась у одного-единственного предка. Однако в гене OCA2 такой мутации заметить не удалось. И вот наконец исследование большой семьи датчан позволило проследить, как передавалась из поколения в поколение их генетическая информация. Оказалось, что мутация находится совсем в другом гене — HERC2. Он, или его продукт, выполняет роль переключателя, регулирующего работу OCA2. В результате выработка коричневого пигмента снижается и глаза светлеют. Поскольку светлые глаза у европейцев не редкость, датские исследователи проверили свои выводы, изучив людей из Турции и Иордании. И у всех голубоглазых людей оттуда обнаружили ту же самую мутацию. «Следы мутации ведут к неолитической экспансии, когда народы двинулись из причерноморских регионов на север Европы 6 000 — 10 000 лет назад. Иначе говоря, у всех голубоглазых людей — один, живший тогда общий предок», — говорит профессор Эйберг.

Трудно ответить на вопрос, почему голубые глаза сохраняют свои позиции, хотя они не должны давать особых эволюционных преимуществ. Видимо, дело в половом отборе — любят девушки голубоглазых парней, и наоборот.

Е. Сутоцкая

«Химия и жизнь», 2008, №3, www.hij.ru



С.А.СЕРЕГИНУ, Санкт-Петербург: «Кузбаслак» — то же, что битумный лак: раствор битума в органических растворителях с введением синтетических модифицирующих добавок и сиккатива; работать с ним рекомендуется в резиновых перчатках и в проветриваемом помещении, словом, для детского творчества он едва ли подходит.

Д.Б., вопрос из Интернета: *Может быть, опасность работы с ураном и его солями и преувеличена, но, коль скоро уран входит в список радиоактивных элементов, работать с ним следует по соответствующим правилам и никак иначе.*

А.Д.ТЮРМИНОЙ, Севастополь: *Облагораживанием технологии обычно называют улучшение свойств сырья или продукта, например облагораживание макулатуры — удаление типографской краски, жиров и частичек грязи.*

В.П.НЕЧАЕВУ, Уфа: *Автор детективного романа, который вы цитируете, очень здорово ошибся: препарат налорфин — не аналог морфина, а его антагонист.*

Л.О.КОВТУН, Москва: *Модное салатное растение рукола, она же руккола, руколла и рокет, — не что иное, как гулявник лекарственный (Sisymbrium officinale), трава семейства крестоцветных, отвары которой обладают отхаркивающим и мочегонным действием; виды этого рода обычно считаются сорняками — то есть раньше считались, до начала моды.*

Л.В.ПАЛКИНУ, Обнинск: *Рекордсмен по продолжительности жизни среди хвойных — видимо, все-таки не мамонтово дерево (один из трех родов секвойи), а американская сосна долгоживущая Pinus longaeva, возраст некоторых ее экземпляров приближается к 5 000 лет.*

Ю.С.ЛЕВИНУ, Екатеринбург: *Розыгрыши в апрельском номере будут обязательно, желающие могут их угадывать, распознавать и писать нам; приза не обещаем, но моральное удовлетворение в случае удаи гарантировано.*

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ: *Редакция приносит извинения за повторяющуюся таблицу на стр. 49—50 в предыдущем номере и предлагает посмотреть правильный вариант в Интернете по адресу www.hij/articles/2008/080244.shtml.*

Что значит



Почему мы, говоря о животных и растениях, употребляем слова «женский» и «мужской», «самец» и «самка»? Простая ли это аналогия, банальный антропоморфизм — или в делении всего живого на дам и джентльменов есть глубокий биологический смысл? Что, например, такого мужественного в желтых ивовых сережках? С какой стати мужскими называют именно их, а женскими — невзрачные зеленые на соседнем дереве?

Многие люди, даже не знатоки генетики, в курсе, что «у женщин XX, а у мужчин XY». В самом деле, у женщин одинаковые половые хромосомы, а у мужчин разные, причем X- и Y-хромосомы похожи на соответствующие буквы. Так же обстоит дело у многих млекопитающих, например у кошек и котов, у мушек дрозофил, у некоторых растений. У кузнечиков и тараканов пол определяется по системе «X0» — у самок две X-хромосомы, у самцов только одна. А вот у бабочек, а также у птиц и некоторых рыб нет никаких XY. Их система определения пола называется ZW — не потому, что их половые хромосомы имеют такую странную форму, а потому, что ситуация принципиально иная. У петуха, скажем, две Z-хромосомы, а у курицы половые

БЫТЬ ЖЕНЩИНОЙ



хромосомы разные — Z и W. Но отсюда не следует, что курица — мужчина.

Часто приходится слышать, что «самочки серенькие, а самцы нарядные». Действительно, у кур с петухами и рыбок гуппи все обстоит так, а вот у человека — наоборот. Размер тоже, очевидно, не имеет значения, по крайней мере, не для всех: у человека и обезьян самки, как правило, мельче и слабее самцов, а у тех же гуппи, не говоря о пауках, соотношение обратное...

Попробуем еще раз: женский пол рождает и заботится о потомстве. Но рождает женский пол, как нетрудно заметить, только у млекопитающих. У рыб или амфибий самка откладывает икру, самец оплодотворяет ее — в общем, технически эти две процедуры не сильно различаются. А охранять икру или

даже мальков может и самец — например, у морского конька, колюшки, жабы-повитухи. Но героический папаша не перестанет же от этого быть самцом!

На самом деле женским считается тот пол, который вносит больший вклад в элементарный акт размножения. У двуполовых видов половые клетки неодинаковы по «качеству»: один из полов производит большое количество клеток, хорошо обеспеченных питанием (яйцеклетка млекопитающего, куриное яйцо, икринка лосося, пшеничное зерно). Особь, которая производит такие клетки, часто относится к ним трепетно, охраняет, старается держать при себе, в идеале — внутри себя. Другой же пол производит огромное множество мелких и подвижных клеток. Не важно, плавают ли они в жидкой среде или летают по вет-

ру. Суть в том, что производить их легко, и не страшно, что большая часть пропадет даром, — если хотя бы одна маленькая клетка встретится с той, другой, которая большая и ценная, цель будет достигнута. Вот из сочетания этих двух стратегий происходят и все наши представления о двух полах, и все многообразие их отношений.

Итак, женщина — это та, кто вынашивает беременность, откладывает яйца, принимает пыльцу в цветок, чтобы вырастить плод: короче говоря, та, чьи затраты на продолжение рода больше, чем у мужчины. Вот потому-то мужчины сражаются за женскую благосклонность куда чаще, чем девушки — за мужскую. Вы видели когда-нибудь, чтобы кошки подрались из-за кота?

Е.Котина

22-25 апреля 2008 г.

Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»
павильон Форум



BT XXI
2008



МОСКВА-2008



High technologies change the world

IX Международный форум
The 9th International Forum

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ HIGH TECHNOLOGY OF XXI ВЕКА

ПРОГРАММА:

- IX Международная выставка «BT XXI - 2008»
- Международная конференция «Высокие технологии – стратегия XXI века»
- Конкурсная программа

ОРГАНИЗАТОРЫ:

- Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации
- Департамент науки и промышленной политики города Москвы
- Институт экономики и комплексных проблем связи (ОАО «ЭКОС»)
- ООО «ЭКСПО-ЭКОС»
- Российский Фонд развития высоких технологий
- Московская торгово-промышленная палата
- Московская ассоциация предпринимателей
- Министерство промышленности и науки Московской области
- ОАО «Московский комитет по науке и технологиям»
- ЗАО «Экспоцентр»

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



Правительства
Российской Федерации



Правительства
Москвы



Форум проводится под патронажем
Торгово-промышленной палаты Российской Федерации

**ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОДРОБНОЙ ИНФОРМАЦИИ,
ПОЖАЛУЙСТА, ОБРАЩАЙТЕСЬ:**

ООО «ЭКСПО-ЭКОС»

Тел.: (495) 332-35-95, 331-05-01, 331-23-33;

Факс: (495) 331-05-11, 331-09-00;

E-mail: vt21@vt21.ru; arena@vt21.ru;

http://www.vt21.ru; www.expococos.com

www.VT21.ru

