



Ж

9

2009

ЖИЗНЬ И ВРЕМЯ



PIANO

Allegro
Piano

Allegro
Poco

AIRS

OPUL



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

Подписано в печать 31.8.2009

Адрес редакции:
125047 Москва, Миусская пл., 9, стр. 1

Телефон для справок:
8 (499) 978-87-63
e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:
<http://www.hij.ru>;
<http://www.informnauka.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Джозефа Корнела «Пиано
форте». О том, как ищут, хранят и
анализируют высокую гармонию
наследственной информации, читайте
в статье М.С.Гельфанда «Что может
биоинформатика».

Если ты очутился в яме,
немедленно прекращай копать.

Денис Хили

Содержание

Роснаука

НЕ ДОЖИГАТЬ, А СЖИГАТЬ	2
ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА — МИЛЛИОНЫ ТОНН	2
БИОГАЗ БЕЗ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА — ДВОЙНАЯ ВЫГОДА	2
ВИРУСЫ РАБОТАЮТ НА БИОТЕХНОЛОГОВ	3
ЧТОБЫ ИМПЛАНТАТ ЛУЧШЕ ПРИЖИЛСЯ	3
ЗЕЛЕНАЯ ПУСТЫНЯ	3
УБИТЬ ЗАРАЖЕННУЮ КЛЕТКУ	3
СУП ИЗ ПЕРЬЕВ	3

Проблемы и методы науки

ТАЙНЫ ВТОРОЙ ПЛАНЕТЫ. С.М.Комаров	4
ЧТО МОЖЕТ БИОИНФОРМАТИКА. М.С.Гельфанд	10
СНОВА О СТВОЛОВЫХ КЛЕТКАХ. В.В.Мальцева, А.А.Болдырев	18

Размышления

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА БОГА. Фрэнсис Коллинз	24
--	----

Архив

ЯВЛЕНИЕ ВЕНЕРЫ НА СОЛНЦЕ, НАБЛЮДЕННОЕ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК. М.В.Ломоносов	29
---	----

Гипотезы

ГДЕ СТОЯЛА КОЛЫБЕЛЬ ЖИЗНИ. Н.Л.Резник	30
---	----

Из писем в редакцию

ДЕД МОРОЗ — ТВОРЕЦ ЖИЗНИ. И.Г.Яркин	34
---	----

С миру по нитке

ЖИЗНЬ НА ПЛАНЕТАХ. С.Анофелес	35
-------------------------------------	----

Наша книжная полка

О СОБАКАХ И ДРУГИХ. НИКОЛА ТЕСЛА: ПРАВДА И ЛОЖЬ. Е.Лясота	36
---	----

Размышления

ДИСКРЕТНАЯ МНОГОМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ВРЕМЕНИ. Л.Намер	38
--	----

А почему бы и нет?

ШАХТЫ БЕЗ ВЗРЫВОВ. А.А.Биршерт	42
НОВАЯ ЦЕЛИНА. В.Кальменс	45

Технологии и природа

ИСКУССТВЕННЫЕ ОСТРОВА. А.Мотыляев	48
---	----

Расследование

ВЕЛИКИЕ ВЕЛИКИ. Борис Индриков	50
--------------------------------------	----

Непростые ответы на простые вопросы

СЛИВА. Н.Ручкина	54
------------------------	----

Фантастика

ЗА ТВОЕЙ СПИНОЙ. Галина Викторова	56
---	----

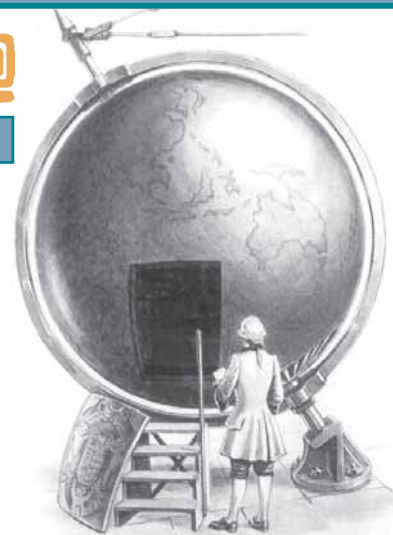
Земля и ее обитатели

ОСЫ В ДОМАХ ЛЮДЕЙ И ПТИЦ. Г.Д.Серов	60
---	----

Материалы нашего мира

СКЛЕИТ НАВЕЧНО. М.Демина	64
--------------------------------	----

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	16	КНИГИ	41
ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ	44	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	53	ПИШУТ, ЧТО...	62
		ПЕРЕПИСКА	64



Дорогие читатели! Мы продолжаем знакомить вас с научными исследованиями и разработками, выполняемыми российскими учеными при поддержке правительственного агентства «Роснаука». Все исследования, представленные в этой рубрике, получили государственное финансирование в рамках контрактов федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» (www.fcpir.ru).

НЕ ДОЖИГАТЬ, А СЖИГАТЬ

Природный газ и другие виды углеводородного топлива прекрасно горят сами по себе, был бы воздух. Внимание исследователей и экологов сосредоточено на продуктах сгорания, на их очистке от монооксида углерода, оксидов азота и остатков несгоревшего топлива. Для этого на автомобилях, например, устанавливают катализаторы дожигания. Но возможно, лучше использовать катализаторы на стадии горения топлива? Эту идею реализовали специалисты Института катализа им. Г.К.Борескова Сибирского отделения РАН (контракт 02.526.12.6003).

Речь идет, конечно, не об автомобильных двигателях, а о газотурбинных энергетических установках. Новосибирские ученые разработали высокоактивный катализатор окисления (горения) углеводородов и предложили конструкцию каталитической камеры сгорания. Ее испытания показали, что концентрация монооксида углерода и оксидов азота в отходящих газах близка к нулю, а содержание остаточных углеводородов значительно ниже ПДК. И если в автомобильных конверторах используется платина, то в новых катализаторах — куда более дешевый марганец.

Новая каталитическая камера сгорания стала основой конструктивной схемы экологически чистой газотурбинной энергетической установки, которую разработали новосибирские ученые: мощностью 300 кВт, с высокой топливной экономичностью.

ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА — МИЛЛИОНЫ ТОНН

Будущее водородной энергетики связывают в первую очередь с использованием топливных элементов. Аль-

тернативный вариант предложили специалисты Объединенного института высоких температур РАН. В основе их технического решения лежит старая добрая паровая турбина, а вот для получения пара используют водородные парогенераторы. Эта идея реализована на практике впервые в мире (контракт 02.516.11.6122).

Водород в таких парогенераторах выполняет две функции. Сгорая в атмосфере кислорода, он превращается в воду, а точнее, в пар. В то же время он служит топливом, ведь при его сгорании выделяется очень много энергии, которая идет на испарение дополнительного количества воды с получением высокотемпературного пара.

Немало помогло исследователям то обстоятельство, что водород используют в качестве топлива в ракетных двигателях. Опыт создания таких двигателей помог при разработке конструкторских и технологических решений. Паротурбинные энергетические установки также прекрасно изучены.

Специалисты ОИВТ создали и испытали модельную водородную турбоустановку с регулируемой нагрузкой мощностью до 5 МВт. При использовании комбинированных высоко- и низкотемпературных паротурбинных циклов ее КПД достигает высоких значений — 67%. Чрезвычайно высока и удельная мощность водородных парогенераторов — на их основе можно создать компактные силовые агрегаты с удельной мощностью до 500 кВт/кг. Еще одно немаловажное достоинство технологии — возможность аккумулировать электроэнергию. При недостаточной нагрузке избыточная электроэнергия идет на получение водорода, из которого при пиковых нагрузках получают дополнительные количества энергии.

По оценкам экспертов, использование водородосжигающих технологий в энергетике России позволит экономить до 7–8 миллионов тонн условного топлива в год.

БИОГАЗ БЕЗ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА — ДВОЙНАЯ ВЫГОДА

Специалисты Института нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН разработали технологию повышения качества биогаза — одного из основных видов «альтернативного» топлива, получаемого из возобновляемых источников сырья. Дело в том, что в процессе анаэробной переработки биомассы (органических отходов растительного происхождения и отходов животноводства) помимо метана образуется значительное количество балласта — диоксида углерода, или углекислого газа. Он снижает теплотворную способность биогаза, а кроме того, вреден как парниковый газ. Каким образом без дополнительных затрат энергии разделить два газа — метан и диоксид углерода? Оптимальное решение — использовать мембраны, проницаемые только для одного из компонентов.

Исследователям удалось синтезировать полимер с беспрецедентно высокой проницаемостью для диоксида углерода. В то же время этот полимер стабилен при контакте с раствором щелочи, который используют для связывания диоксида углерода. На основе полученных результатов исследователи создали проект газожидкостной установки, позволяющей получать из биогаза технический метан с чистотой более 95% с производительностью 50 кубометров метана в час (контракт 02.516.11.6043).



ВИРУСЫ РАБОТАЮТ НА БИОТЕХНОЛОГОВ

Важное направление биотехнологии — создание генно-модифицированных микроорганизмов, которые синтезируют нужные человеку вещества. Однако микроорганизмы стремятся избавиться от генных конструкций, ненужных им самим. Поэтому, например, ГМ-бактерию растят на среде, содержащей антибиотик, и внедряют в нее конструкцию, которая содержит гены, помогающие ей выжить в этой среде, а «в нагрузку» — гены продукта, который биотехнологи хотят получить. Это неудобно хотя бы потому, что продукт в итоге приходится очищать от антибиотика.

В Институте микробиологии им. С.Н.Виноградского РАН создали конструкцию, от которой кишечной палочке будет трудно избавиться даже в отсутствие антибиотика (контракт 02.512.11.2181). Она сделана на основе генетического материала фага — бактериального вируса. С помощью новой биотехнологии можно будет получать белки для нужд медицины, например инсулин, а также ферменты для научных исследований — в частности, для работы с ДНК.

ЧТОБЫ ИМПЛАНТАТ ЛУЧШЕ ПРИЖИЛСЯ

Для того чтобы имплантат, заменяющий кость, обладал достаточной прочностью, его делают из титанового сплава. А чтобы он быстро врос в костную ткань, как родной, на поверхность металлического протеза наносят пористое оксидное или фосфат-кальциевое покрытие, структурированное определенным образом. Такое «родственное» покрытие костная ткань не отторгает и быстро сживается с ним.

Специалисты из Белгородского института создали технологию получения высокопрочных имплантатов из титановых сплавов с оптимальным составом и структурой поверхности (контракт 02.523.11.3007). Чтобы максимально повысить прочность изделия, ученые методом интенсивной деформации сформировали в металле сверхмелкое зерно. А на поверхность металла наносили биоактивные наноструктурные покрытия, распыляя мишени сложного состава, которые, в свою очередь, получали методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

Испытания показали, что имплантаты, изготовленные по белгородской технологии, обладают высокой биологической активностью, легко заселяются клетками разных тканей и по своим характеристикам не уступают лучшим зарубежным аналогам. Предлагаемую технологию можно применять при изготовлении костных имплантатов для стоматологии, восстановления лицевого скелета, фиксации позвоночника, а также лечения травм черепа.

ЗЕЛЕНАЯ ПУСТЫНЯ

Сегодня большая часть природных экосистем полупустынной зоны Республики Калмыкии и сухостепной зоны республик и краев Северного Кавказа серьезно нарушена. Более 35 видов ценных кормовых растений на естественных пастбищах исчезли, почвы сильно истощены. Чтобы остановить опустынивание, необходимо снова заселить эти земли растениями.

Во ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н.Костякова РАСХН подобрали растения-кандидаты для фитомелиорации регионов, пострадавших от антропогенного воздействия либо от засоления. Новые растительные сообщества смоделированы по типу существующих в природе. Помимо фитомелиорации будут использоваться инженерные гидромелиоративные приемы. В результате на месте пустынь снова появятся пастбища и луга (контракт 02.512.11.2178). Ученые разрабатывали и проверяли технологии на экспериментальных участках площадью до трех гектаров в сухостепной зоне (Октябрьский район Республики Калмыкии) и в полупустынной зоне (Черноземельский район Республики Калмыкии). Новая технология расселения почв защищена патентом РФ.

УБИТЬ ЗАРАЖЕННУЮ КЛЕТКУ

В клетке, зараженной паразитическим микроорганизмом, должна включаться программа клеточной смерти — апоптоза: клетка жертвует собой ради здоровья организма в целом. Но паразит заинтересован в том, чтобы клетка до поры до времени оставалась живой и обеспечивала его пищей и кровом. Поэтому инфекционные агенты, такие, как хламидии, бруцеллы, микоплазмы, научились «отключать» апоптоз в клетке-хозяине.

В НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Н.Ф.Гамалеи РАМН разобрались в молекулярном механиз-

ме этого отключения и сумели вмешаться в его работу (контракт 02.512.11.2083). Исследователи идентифицировали, в частности, белок бруцелл, отключающий апоптоз, и стали искать соединения, которые взаимодействуют с этим белком. Для этого были созданы оригинальные системы скрининга. Отобранные с их помощью вещества могут стать основой для эффективных лекарств нового поколения.

СУП ИЗ ПЕРЬЕВ

Пух и перо — отходы птицефабрик, которые до недавнего времени было сложно утилизировать. Однако теперь их используют как ценное сырье для получения гидролизата животного белка. Этот гидролизат, в отличие от исходного белка, из которого состоят птичьи перья, усваивается организмом. Поэтому он служит сырьем для пищевой промышленности — его добавляют в фарши и суповые концентраты, а также делают из него корма для сельскохозяйственных и домашних животных.

Сотрудники Института биохимии РАН установили оптимальные технологические параметры обработки пера, чтобы получать из него кормовую добавку с повышенной ценностью (контракт 02.522.11.2001). Для этого исследователи спроектировали специальный гидролизер-экструдер. Перо измельчают и стерилизуют, затем обрабатывают высокими температурами или ферментами. Перевариваемость полученного продукта достигает 87%. Бульоны и супы быстрого приготовления, сделанные с добавкой белкового концентрата из пера, успешно прошли проверку на пищевые качества. Чтобы бульонные концентраты не портились при хранении, к ним рекомендовано добавлять антиоксиданты (аскорбиновую кислоту и экстракт розмарина). Авторы разработки предполагают, что этот белковый концентрат можно использовать в диетическом и спортивном питании, в рационах военнослужащих, подразделений МЧС и МВД, а также поставлять в Госрезерв страны.



Тайны второй планеты

Кандидат
физико-математических наук
С.М.Комаров

История изучения Венеры насчитывает не одну сотню лет. Однако основные знания о ней, как и о других планетах, мы получили после начала космической эры. Главный приоритет в исследованиях Венеры принадлежал советским ученым. Однако в начале девяностых у наших исследователей сократилось финансирование, а для другой великой космической державы — США — после покорения Луны основной задачей стал Марс. Поэтому более десяти лет космические корабли к Венере не летали. Лишь в 2005 году к ней стартовал корабль «Венус экспресс» Европейского космического агентства. Это была незапланированная экспедиция. Просто после успешного запуска таких европейских экспедиций, как «Марс экспресс» и «Розетта», отправившихся соответственно 2 июня 2003 года к Марсу и 2 марта 2004 года к комете Чурюмова—Герсименко, осталось много узлов-дублеров этих космических аппаратов. Вот и было решено эти узлы использовать по назначению — собрать из них еще один аппарат и отправить его к Венере. В результате стоимость экспедиции оказалась небольшой: основные затраты были сделаны ранее.

На «Венус экспрессе» установлено немало отечественных приборов, поэтому наши ученые смогли принять участие в продолжении славных традиций предыдущего периода изучения этой планеты, тем более что многие из них по совместительству работают в иностранных научных центрах, имеющих прямое отношение к экспедиции ЕКА.

Главная задача «Венус экспресса» — исследование атмосферы Венеры. В октябре 2007 года закончилась основная часть экспедиции, однако большинство приборов корабля сохранили свою работоспособность, поэтому исследование решено было продлить. Летом 2008 года аппарат снизил свою орбиту и теперь сможет лучше изучать термосферу планеты, а заодно узнать, как быстро верхние слои атмосферы тормозят такие космические корабли. Организаторы

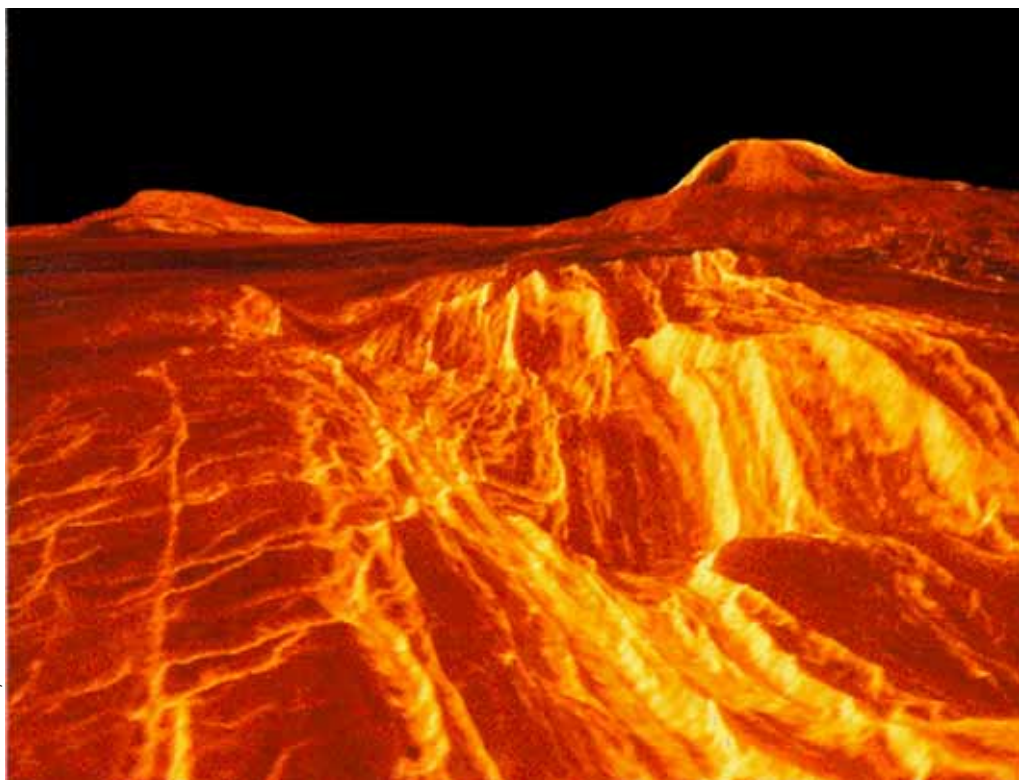


Фото JPL/NASA

В западной части Земли Эйстлы (дочь скандинавского морского вана Лейгира) расположены два вулкана — высота правого — 3 км, а левого — 2 км над уровнем радиуса Венеры

ры рассчитывают получать ценную научную информацию вплоть до 2013 года. В результате столь долгих наблюдений удастся узнать детали поведения атмосферы в течение двенадцати венерианских дней, причем в периоды и спокойного, и активного Солнца. Это поможет понять, по крайней мере, одну из загадок Венеры, а именно — куда делась ее вода. Всего же число этих загадок около дюжины. Однако прежде чем рассказывать об них, вспомним историю исследований Венеры.

От Ломоносова до «Магеллана»

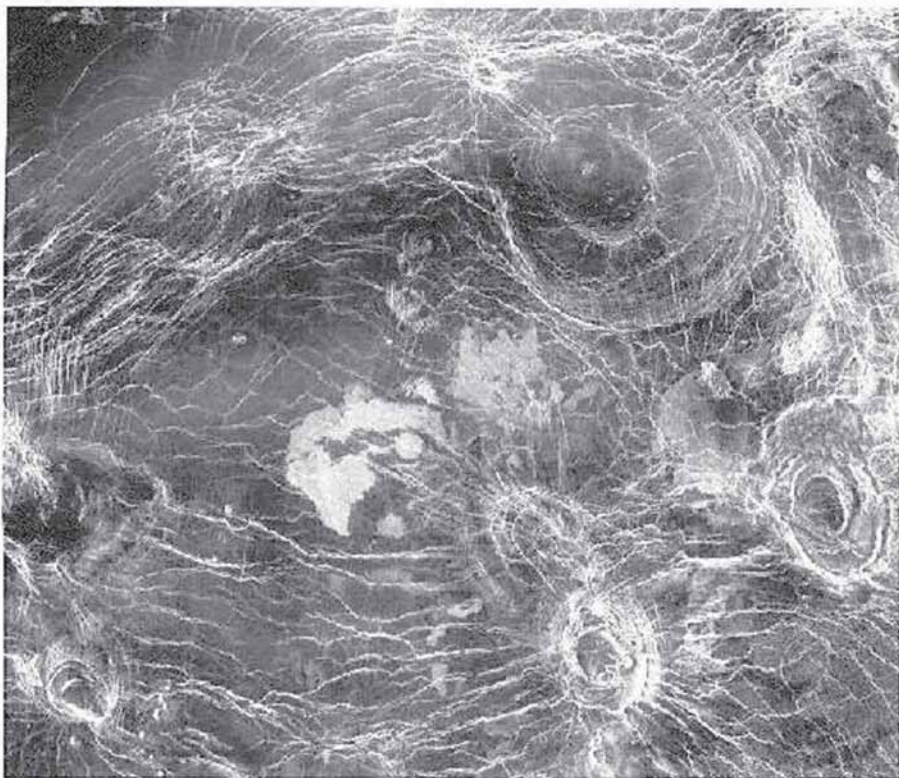
Первым связанное с Венерой открытие исторического значения совершил М.В.Ломоносов — во время прохождения Венеры 1761 года он обнаружил на ней атмосферу. Открытие породило нешуточное смущение умов, ведь наличие атмосферы и твердого ядра сразу же определяло Венеру в разряд полных двойников Земли и заставляло продолжить спор о множественности обитаемых миров, столь неудачно начатый Джордано Бруно (отрывок из статьи М.В.Ломоносова по этому поводу см. в этом номере. — *Примеч. ред.*)

Многие годы астрономы рассуждали о том, с какой скоростью вращается Венера вокруг своей оси. Большинство находило схожие структуры на ее видимой поверхности с периодичностью около земных суток. Однако первооткрыватель марсианских каналов Джованни Скиапа-

релли в 1887 году каким-то чудом пришел к выводу, что Венера вращается очень медленно — полный оборот она совершает за 243 земных суток, что на 19 суток больше, нежели ее период обращения вокруг Солнца. Чудо было в том, что вся поверхность Венеры затянута плотными облаками, их конфигурация весьма непостоянна, и, наблюдая ее в телескоп, невозможно найти точку отсчета.

Заглянуть под облачный слой удалось уже в XX веке с помощью радиотелескопов: в 30-е годы на ее поверхности нашли яркие в радиодиапазоне области, названные Альфа и Бета. Наблюдая за ними, установили точный период вращения и обнаружили первую загадку: Венера оказалась единственной планетой, которая вращается в сторону, обратную направлению движения по орбите.

Новый этап в исследованиях планеты наступил в мае 1961 года, когда мимо нее пролетела советская станция «Венера-1». Если Марс фактически стал кладбищем космических кораблей и надежд планетологов — каждая третья экспедиция к Красной планете заканчивается полной или частичной неудачей, — то исследование Утренней звезды проходило в спокойном и методичном режиме. Сначала — пролет рядом с планетой автоматической станции и проведение рекогносцировки. После «Венеры-1» этим занимались американский «Маринер-2» в декабре 1962 года и «Венера-2» в феврале 1966 года. Затем — отработка спуска, изучение условий в атмосфере планеты и на ее поверхности. Это делали с



Скорее всего, венерианские арахноиды представляют собой необычные формы вулканов

помощью спускаемых модулей экспедиции «Венера-3» — «Венера-6» в 1966—1969 годах, которым помог «Маринер-5», зондировавший атмосферу во время полета рядом с Венерой. При этом были получены данные о распределении температур, давления и химических веществ по всей высоте воздушного столба. Как оказалось, атмосфера Венеры очень плотная, давление у поверхности более 70 атмосфер, поэтому первые спускаемые модули, рассчитанные на меньшие давления, разрушались, не достигнув поверхности. Тогда же оказалось, что на Венере очень жарко — температура поверхности превышает 400°C. Так Венера была вычеркнута из списка двойников Земли, а надежды найти жизнь в ее непроходимых болотах, столь вдохновенно воспетых фантастами, — развеяны. В декабре 1970 года «Венера-7» завершила предварительный этап исследований: ее спускаемый аппарат наконец-то мягко опустился на поверхность планеты.

Продолжение последовало в июле 1972 года — на Венеру сел спускаемый аппарат «Венеры-8». В течение 50 минут он передавал информацию о химическом составе приповерхностной атмосферы, силе ветра, температуре, давлении, освещенности, а затем прекратил свою работу. Температура в месте посадки составила около 485°C, давление — 90 атмосфер, ветер слабый, 1 м/с, а содержание радиоактивных элементов такое же, как на Земле. Поскольку полет

станция совершала в год 50-летия СССР, в качестве попутного груза «Венеры-8» доставила на планету барельеф В.И.Ленина и герб Советского Союза.

После нее в феврале 1974 года у Венеры побывал американский «Маринер-10». Изучая ярко светящиеся в ультрафиолете детали венерианских облаков, он подтвердил, что атмосфера вращается с огромной скоростью — делает оборот вокруг планеты за четверо земных суток, то есть в шестьдесят раз быстрее планеты. Так возникла еще одна загадка планеты: почему атмосфера до сих пор не затормозилась и отчего так сильно разогналась?

В октябре 1975 года на Венере начали работать станции «Венеры-9» и «Венера-10». Они передали первые фотографии поверхности планеты. Оказалось, что это каменная пустыня, причем на камнях хорошо видны следы физического и химического выветривания. Сами космические корабли впервые стали орбитальными спутниками Венеры и начали зондирование ее поверхности.

Новые станции по своей конструкции сильно отличались от предыдущих. Если раньше они были подобны первому советскому спутнику — что-то вроде шара с надписью «СССР» на боку, то теперь станции были сложно устроены и способны совершать множество исследовательских действий. Конструкция оказалась столь удачной, что ее почти не меняли в течение последующих пятнадцати лет, однако постоянно усовершенствовали, в том числе и за счет применения новых материалов.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Самым неприятным фактором на поверхности Венеры оказалось тепло. Как защитить приборы от 500-градусной жары? Конструкторы из КБ им. С.А.Лавочкина использовали устройство, которое в народе называют «горчичником», — кожух из материала с высокой теплоемкостью. Поглощая тепло, он медленно нагреется и даст возможность прибору нормально работать достаточное время для проведения измерений. Самая высокая теплоемкость у лития, однако он слишком легкоплавок. Поэтому решили использовать другого рекордсмена — бериллий, теплоемкость которого в два раза больше, чем у воды. В качестве конструкционного материала этот металл не из приятных — например, из-за хрупкости его очень нелегко обрабатывать. Зато он чрезвычайно легкий — незаменимое качество для космического корабля. Идею конструкторов в металле воплотили специалисты предприятия, которое сейчас называется НПО «Композит». В «Венере-8» и последующих аппаратах этой серии использовали более 150 узлов из бериллиевых материалов. Они позволили увеличить время работы приборов в несколько раз, срок активной жизни станций на Венеры стал исчисляться десятками минут (рекорд — 127 минут поставила «Венера-13»), что уже позволило проводить достаточно сложные измерения и эксперименты.

Спустя три года, в декабре 1978 года, на орбиту вокруг Венеры вышел американский аппарат «Пионер Венус». Он сбросил на нее зонды, а также занялся съемкой карты поверхности, правда, разрешение у его радара было невелико, 20 км по горизонтали и 200 метров по высоте, поэтому он мог заметить лишь крупные структуры размером в сотни километров.

Советские же станции продолжали изучать поверхность планеты контактным методом: спускаемые аппараты «Венеры-11» и «Венеры-12» в декабре 1978 года впервые передали на Землю цветные изображения планеты и изучили освещенность ее поверхности. Как оказалось, несмотря на густой слой облаков, солнечный свет до поверхности проходит неплохо: на дневной стороне столь же светло, как на Земле в пасмурный день.

Вопрос же об истинном цвете поверхности оказался непростым. Плотные облака рассеивают голубые лучи, и до поверхности Венеры доходит красновато-оранжевый свет. Если же привести изображения к тому спектру, что доходит до поверхности Земли, то венерианские камни окажутся черными с пурпурным оттенком либо темно-серыми. Впоследствии этими данными воспользовались при создании цветных изображений тех структур, что были замечены во время радиоскопических исследований рельефа.

Спускаемые аппараты «Венеры-13» и «Венеры-14» в марте 1981 года использовали новый метод: динамические пенетраторы (от английского *penetrate* — проникать внутрь или проходить сквозь). Такой пенетратор представляет собой острый конус, прикрепленный на откидную ферму. Ферма падает подобно подъемному мосту рыцарского замка и конус «клюет» породу, определяя ее твердость. Как оказалось, Венера покрыта шлаковым песком разной степени утрамбованности либо пористыми породами вроде туфа или пемзы.

Первую карту Венеры, точнее, ее Северного полушария до 30° широты, построили станции «Венера-15» и «Венера-16», вышедшие на орбиту вокруг планеты в октябре 1983 года. Разрешение у них было 0,2—2,5 км по горизонтали и 30 метров по высоте. А полную карту люди получили после того, как до Венеры в августе 1990 года долетела последняя экспедиция XX века — американский «Магеллан».

Для планетологов эти съемки дали огромный материал, ведь на изображениях рельефа оказалось множество интереснейших деталей. Группа Международного астрономического союза по номенклатуре деталей рельефа Венеры под председательством академика М.Я.Марова по составленным картам дала названия разным местностям планеты. Поскольку Венера — единственное (не считая Земли, которую каждый народ называет по-своему) женское имя среди планет Солнечной системы, названия венерианским объектам было решено давать тоже по большей части женские, за исключением ранее открытых ярких областей отражения радиолучей: Альфа, Бета и гор Максвелла. Немногочисленным ударным кратерам присвоили имена знаменитых женщин, а остальным формам рельефа — имена мифологических персонажей, взятых из «Большой советской энциклопедии», «Мифов народов мира», а также из списков Института этнографии АН СССР. На XIX Генеральной ассамблее МАС в 1985 году предложенную группой номенклатуру утвердили.

Самые заметные структуры на Венере — это венцы, которые отсутствуют на других планетах. Они представляют со-



Фото ОАО «Композит»

Так выглядит станция «Вега»

бой огромные образования, ограниченные полукруглыми дугами протяженностью в сотни километров и высотой дватри километра. Характерные структуры Венеры, также отсутствующие на других планетах — тессеры, состоящие из двух-трех пересекающихся систем параллельных хребтов, и арахноиды — овальные образования диаметром в десятки километров из которых во все стороны, точно паутина, расходятся яркие борозды. Есть еще новы, или астры — системы борозд, расходящихся из одной точки, а также многочисленные купола диаметром в километры, до 200 штук на миллион квадратных километров. Считается, что все это — разные проявления специфического венерианского вулканизма: близко подходящая магма деформирует кору и изливается через образующиеся при этом трещины.

Как оказалось, Венера в целом — равнинная планета. Гор на ней почти нет, основная часть занята холмами высотой в 0,5—1 км. Исключение — подобное Тибету высокогорное плато Лакшми в северной земле Иштар, вблизи полярной земли Снегурочки: оно поднято на высоту 5—6 км на уровне, соответствующим радиусу Венеры. Плато ограничивают горы Максвелла, один из пиков которых возносится на 11 км. Это самая высокая точка планеты. Поразительная черта поверхности Венеры, составляющая очередную загадку, — малое количество ударных кратеров (на всей планете планетологи сумели распознать чуть больше 180), причем возраст самых древних — менее одного миллиарда лет.

Последняя советская экспедиция, «Венера-Галлея» 1984—1986 годов, была самой виртуозной. Остановимся на ней подробнее.

Полет «Вега»

В декабре 1984 года в космос были запущены две станции — «Вега-1» и «Вега-2», которые выполнили весьма сложную задачу. Сначала в июне 1985 года они пролетели рядом с Венерой, сбросили спускаемые аппараты и, воспользовавшись ее гравитационным полем, совершили маневр, чтобы направиться к орбите кометы Галлея. Встреча с ней состоялась в марте 1986 года. Станции прошли на расстоянии примерно 8000 км от кометы и первыми в мире сфотографировали ее с близкого расстояния. По этим фотографиям ученые установили, что у кометы действительно есть твердое ядро и оно может быть неправильной формы. «Веги» составили передовой отряд целого земного флота и, определив точные координаты кометы, помогли наведению остальных космических аппаратов, прежде всего европейского «Джотто», который получил более четкие фотографии.

Отправленные на Венеру спускаемые аппараты тоже провели много интересных экспериментов. Так, во время спуска впервые удалось взять пробы вещества облаков и доказать, что составляющие их частицы действительно представляют собой капли концентрированного водного раствора серной кислоты. Трудность этой работы состоит в том, что концентрация вещества в облаках очень мала, менее миллиграмма на кубический метр. Значит, летящий с огромной скоростью аппарат должен очень быстро прокачивать через себя гигантские объемы воздуха, чтобы набрать достаточно вещества для анализа. Достигнув облаков, каждый спускаемый аппарат отделил от себя аэростатный зонд. Эти зонды, созданные по совместной программе с французскими исследователями, начав путь на линии полноты, пролетели с атмосферой более десяти тысяч километров, причем как на ночной, так и на дневной стороне. Зонды измеряли скорость ветра во всех направлениях, в том числе в вертикальном, и собрали обширную информацию о циркуляции атмосферы.

Спускаемые аппараты «Вега» сели на ночной стороне планеты и провели очередную порцию исследований химического состава грунта, причем не только на поверхности, но и на небольшой глубине — станция была оснащена буром. Впрочем, «Вега-1» постигла неудача — во время спуска она попала в воздушную яму, а компьютер решил, что уже прилетели, и начал бурить воздух, поэтому изучить химический состав не удалось. По итогам многих экспедиций выяснилось, что поверхность Венеры покрыта веществом, подобным базальтам Земли. Венерианские породы наполовину состоят из оксида кремния, а вторую половину при-

мерно в равных долях слагают оксиды алюминия, магния, железа и кальция. Содержание же радиоактивных элементов примерно такое же, как на Земле.

Мир теней

В результате более двух десятков успешных экспедиций за вторую половину XX века удалось составить подробное представление об устройстве второй планеты Солнечной системы. Однако полученные данные породили новые вопросы, поэтому в XXI веке предстоит серьезный поиск ответов. А их актуальность можно сформулировать так. Венера подобна Земле — у нее тот же размер, близкая масса, есть атмосфера. Почему же она столь непохожа на Землю? Потому ли, что Венера расположена слишком близко к Солнцу, или это закономерный результат развития? Если второе, то грозит ли Земле опасность повторить участь Венеры и превратиться из благоустроенного мира в раскаленный ад? Таков главный вопрос, ответ на который ищут планетологи. А полным списком загадок заканчивается фундаментальная книга академика М.Я. Марова «Планета Венера», последнее издание которой, фактически подводящее итог исследованиям планеты в XX веке, появилось в США в 1998 году, подготовленное издательством Йельского университета.

Самая главная загадка состоит в том, что планета Венера очень странно вращается вокруг своей оси. Ладно бы только скорость ее вращения была очень мала. В конце концов многие небесные тела, расположенные вблизи гораздо более крупного тела, например Меркурий, Луна, некоторые спутники газовых гигантов, делают оборот вокруг оси за то же время, что и оборот по орбите, то есть всегда обращены к этому крупному телу одной стороной. Однако Венера пусть медленно, но вращается вокруг своей оси в направлении, противоположном вращению все остальных планет и самого Солнца. Если считать, что все планеты формировались сходным образом из вихрей, возникших в протопланетном облаке, этот факт выглядит очень таинственно.

Атмосфера Венеры, напротив, вращается очень быстро, совершая полный оборот на экваторе за четверо земных суток. Казалось бы, на Венере должны дуть страшные ветры, однако первые же спускаемые аппараты, успешно достигшие поверхности показали, что как раз там ветер слабый, 0,5—2,5 м/с, то есть дует со скоростью пешехода. А вот облака, занимающие слой атмосферы на высоте 90—30 км, несутся со скоростью более 100 м/с. За миллиарды лет такого движения атмосфера должна была бы затормозиться. Раз этого не произошло, значит, либо должен иметь место какой-

то поддерживающий это странное движение процесс, либо атмосфера с таким характером движения образовалась сравнительно недавно.

Один из поразительных фактов состоит в том, что период вращения Венеры связан с периодом орбитального вращения Земли: каждые свои пять оборотов Венера в точке наибольшего сближения с Землей оказывается обращенной к нам одной и той же стороной. Чтобы объяснить этот факт, предложена гипотеза, суть которой можно сформулировать следующим образом: приливные силы от Солнца, вращают планету в одну сторону, неравномерность нагрева атмосферы — большая температура в районе полудня и низкая в области полуночи — двигают ее в другую сторону, причем оба фактора уравнивают друг друга. В этих условиях проявляется действие третьей слабой силы — гравитационное влияние нашей планеты, хотя она и расположена за миллионы километров от Венеры. Это влияние и вызывает медленное движение Венеры в обратную сторону, а не будь Земли, Венера была бы неподвижна, подобно миру с полюсами света и тьмы, описанному Роджером Желязны в повести «Джек из теней».

Ученые не перестают ломать голову в поисках разгадки этой тайны. Свежее сообщение можно найти в журнале «Космические исследования» (2009, № 1). В своей заметке сотрудники Института космических исследований РАН В.М. Линкин и А.Б. Манукин отмечают, что ни одна из моделей, предложенных для объяснения вращения атмосферы Венеры, не дает правильных значений скорости, и предлагают свою версию. По их мнению, облака Венеры раскручивает разность сил светового давления, действующих на горячий воздух вечернего неба и холодный — утреннего. Это различие связано с тем, что холодный и горячий воздух обладают разными коэффициентами поглощения света. Оказывается, если различие сил составляет всего один процент, то за миллиард лет атмосфера Венеры раскручивается до нынешних скоростей. Более того, именно атмосфера за счет трения и раскрутила саму планету, которая изначально была практически неподвижной.

Самую радикальную гипотезу для объяснения странностей Венеры предложил американский исследователь Иммануил Великовский. Он считает, что Венера — никакая не планета, а комета, которую из своих недр вытолкнул Юпитер. Примерно 12 тысяч лет назад она чуть было не столкнулась с Землей, но благополучно разминувшись с ней, вытолкнула Марс на нынешнюю орбиту, а сама заняла его место. Понятно, что пришедшая комета не должна подчиняться никаким закономерностям, присущим нормальным



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

планетам, и все ее странности становятся просто характерными чертами экстравагантной гостьи. Нельзя сказать, что эта гипотеза пользуется вниманием ученых, во всяком случае, никто пока что не взялся просчитать сценарий подобной планетной эквилибристики и вероятность осуществления этого сценария.

Исчезнувшие кратеры

На всех каменистых планетах Солнечной системы — Марсе, Меркурии, а также Луне есть четкие следы метеоритной бомбардировки, случившейся 4,5 миллиарда лет назад. На Земле эти следы стерты и вследствие вулканизма, и вследствие жизнедеятельности. А на Венере их, можно сказать, нет совсем. Более того, на Венере мало возвышенных форм рельефа. Напомним, что на том же Марсе расположена самая высокая гора Солнечной системы Олимп высотой более 21 км, а десятикилометровые пики и многокилометровые расселины — совсем не редкость. Может быть, кратеры и горы разрушились из-за выветривания? Для этого нужно, чтобы скорость разрушения составляла один метр за миллион лет. Возможно ли такое выветривание на Венере?

Обычно выветривание связано с расстрескиванием скальных пород из-за разницы температур в течение дня, в разные сезоны, а также с действием воды и воздуха. На Венере смена дня и ночи происходит очень медленно, сезонов нет вообще — ее ось наклонена к плоскости эклиптики всего на 3°, жидкости на поверхности отсутствуют как таковые — воды на планете почти нет, сернокислотный же дождь испаряется раньше, чем достигает грунта. Единственным фактором выветривания оказывается пыль, которую несет воздушный поток. Венерианская атмосфера гораздо плотнее, чем земная, однако и скорость ветра у поверхности невелика. Казалось бы, на основании таких данных трудно прийти к определенным выводам, но измерения плотности пыли и скорости приповерхностного ветра позволили получить оценку — 1—10 см в миллион лет. Помогли и фотографии поверхности: судя по уступам на камнях, скорость выветривания составля-

ет 10 см в миллион лет. Получается, что если древние ударные кратеры исчезли из-за выветривания, то относительно недавно скорость разрушения рельефа на Венере была совсем другой.

Может быть, их стер вулканизм? Ответить на это вопрос можно, если понимать, как Венера устроена внутри, однако сейчас цельного знания нет, имеются лишь отдельные предположения.

На Земле, как считают геофизики, работает модель тектоники плит. В соответствии с ней, на поверхности жидкой мантии, подобно льдинам, плавают твердые платформы, постоянно подлезая друг под друга и образуя свежие участки коры. На Марсе никакой тектоники плит нет, что и понятно — это холодная планета с толстой корой и остывшей мантией. Однако Венера — горячая планета с вулканической активностью. Почему ее кора не состоит из движущихся плит? Все формы рельефа на поверхности планеты свидетельствуют, что ее кора монолитная, то есть представляет собой одну-единственную плиту, которая ведет себя как пенка на кипящем молоке — где-то вспучивается пузырьками, где-то собирается в морщины. Почему на Венере отсутствует тектоника плит? Что есть норма для активных планет — Венера или Земля? Нет ответа на эти вопросы.

Еще одна загадка, связанная со строением планеты, — отсутствие магнитного поля. Опять же, про Марс говорят, что его ядро остыло, полностью затвердело, вот в нем и не работает электромагнитное динамо. А что с Венерой? Может быть, ее ядро слишком жидкое, полностью расплавлено, находится в неферромагнитном состоянии, поэтому и не генерирует магнитное поле?

Сухая планета

Следующая загадка — чрезвычайная сухость Венеры. На Меркурии воды нет по понятной причине — у него нет атмосферы, значит, все, что может испаряться с этой планеты, испарилось и улетело. На поверхности Земли воды много. На Марсе тоже много воды, только она ушла под поверхность — в вечную мерзлоту. Предполагать же наличие воды на поверхности Венеры и под ней не приходится — слишком там жарко. Вся вода должна быть в газовой фазе. Но водяной пар — незначительная примесь венерианского воздуха, который состоит из 97% углекислого газа и 3% азота. Будь у Венеры разреженная атмосфера вроде марсианской, можно было бы сказать, что во всем виновато отсутствие магнитного поля — солнечный ветер дует со всей присущей ему яростью, тем более что и Солнце относительно недалеко, вот он и сдул всю атмосферу и прежде всего воду, молекула которой легче, чем у азота или углекислого газа. Однако это

не проходит, ведь атмосфера Венеры едва ли страдает от солнечного ветра — давление-то у поверхности в 90 раз больше, чем у Земли с ее магнитной защитой.

Если присмотреться к тонкостям, то выясняется, что само по себе происхождение атмосферы Венеры загадочно. Она могла образоваться двумя путями: за счет внешнего заимствования из того же протопланетного облака или вследствие бомбардировки кометами — либо за счет дегазации планетных недр. О роли обоих процессов геофизики судят по соотношению изотопов инертных газов в атмосфере, поскольку они не вступают в химические реакции и со времени образования исходного для Солнечной системы облака не претерпели никаких изменений. Если предполагать, что состав этого облака наиболее полно отражается в составе Солнца, то по мере удаления от светила в облаке должна увеличиваться доля легких элементов и уменьшаться — тяжелых. И действительно, на Венере соотношение аргона-36, криптона-84 и ксенона-130 такое же, как у Солнца, неона-20 гораздо меньше, но в целом этих газов примерно столько же, сколько и на Земле. А вот самого легкого гелия — в 150 раз больше. Как это могло получиться? Одна из гипотез состоит в том, что в древности в будущую Венеру врезался зародыш планеты — планетозималь, — сформировавшийся на периферии системы. Он и принес лишний гелий, вес же этого образования был в сотню комет Галлея.

Интересную информацию можно получить и анализируя концентрацию тяжелого изотопа аргона-40. Он получается при распаде радиоактивного калия-40, энергия горения которого вносит немалый вклад в разогрев недр планет земного типа. Следовательно, по содержанию этого изотопа можно судить об интенсивности разогрева. Оказывается, на Земле аргона-40 почти в триста больше, чем «солнечного» аргона-36. А на Венере их количества примерно равны. Что же касается других тяжелых изотопов инертных газов — аргона-38 или криптона-86, то их соотношение с легкими изотопами в венерианской атмосфере не отличается от земного. Поскольку аргон-40 связан только с процессами в недрах планеты, получается, что разогрев недр и вызванная им тектоническая активность на Венере либо давным-давно закончились (это противоречит данным «Магеллана», который показал, что Венера — тектонически активная планета), либо начались сравнительно недавно, но тогда непонятно, куда же девались древние кратеры.

Еще одна аномалия — чрезмерно большое содержание дейтерия в атмосфере: соотношение концентраций тяжелого и легкого водорода там в сто раз больше,

чем на Земле. Предполагая, что легкий водород покидает планету охотнее, чем тяжелый, по этому соотношению можно попытаться посчитать, сколько же воды было на Венере изначально.

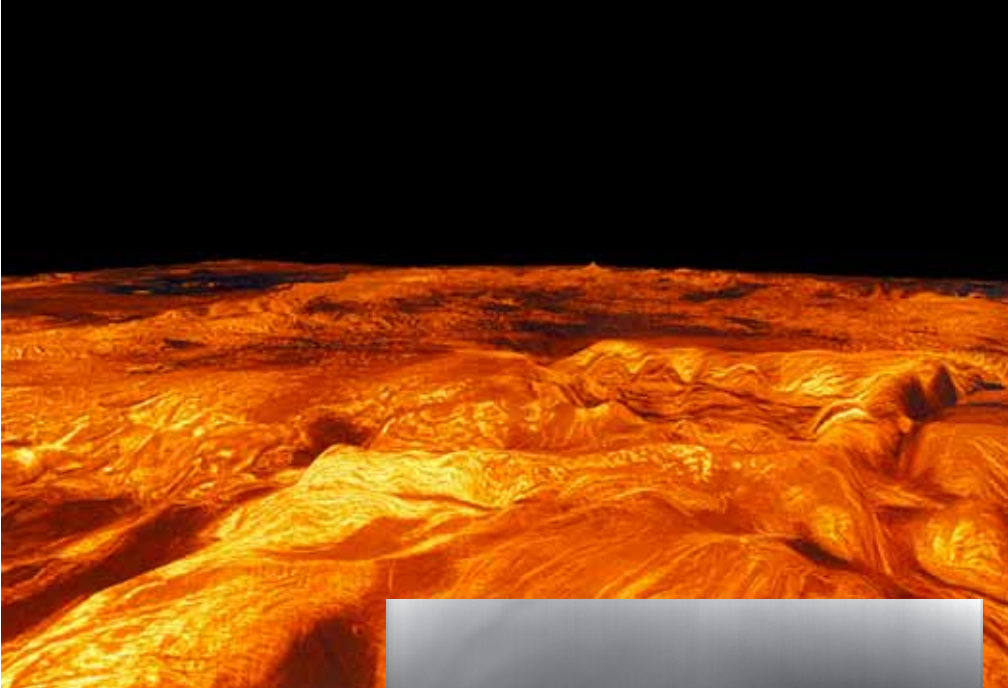
Экспресс в полете

Получить данные, которые позволят хотя бы приблизиться к ответам на некоторые из этих вопросов, и должен был «Венус экспресс». Каких же результатов он достиг? Об этом рассказано в статье одного из основных исследователей Венеры Д.В.Титова (Институт космических исследований РАН, Институт исследований Солнечной системы общества Макса Планка), а также его двадцати соавторов «Venus express: основные результаты первого этапа миссии», опубликованной в «Астрономическом вестнике», 2009, т. 43, № 3.

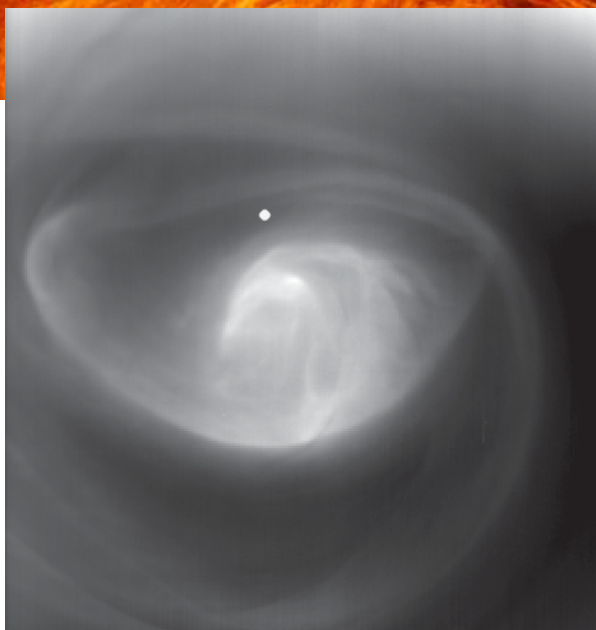
Прежде всего удалось в деталях разобраться, как происходит глобальная циркуляция атмосферы. Оказалось, что в ней можно выделить две составляющие. В верхних слоях атмосферы, над зоной облаков, потоки вещества направлены от точки пересечения экватора с линией терминуса («полюс света», где Солнце стоит в зените) к полуночной стороне («полюсу тьмы»), и направлены они как вдоль параллелей, так и вдоль меридианов.

В зоне облаков картина гораздо сложнее. Прежде всего, высокие широты заняты гигантскими вихрями — по одному на каждый полюс. Диаметр глаза вихря составляет несколько тысяч километров, а период вращения равен 2,5—2,8 земных суток. В нем температура выше, чем в окружающих областях, поэтому последние получили название холодных воротников. В глазах полярных вихрей — самое низкое давление, и зона облаков в них смещена вниз на пять километров. Ветер в вихре движется вдоль параллелей, а вдоль меридианов он слабый. В низких широтах, напротив, ветер в меридиональном направлении более силен. Этого и следует ожидать: на экваторе воздух нагревается сильнее и расходуется в направлении менее нагретых средних широт. В ходе этих исследований, которые проводили с помощью инфракрасного и ультрафиолетового спектрометров, список загадок был дополнен — в облачном слое обнаружен неизвестный поглотитель ультрафиолета, который дает полосы на изображениях, снятых в ультрафиолетовых лучах.

Тщательные измерения позволили окончательно установить одну из аномалий, связанных с водой. Оказалось, что соотношение между тяжелым и легким водородом меняется с высотой и обогащение дейтерием может достигать 250-кратного по сравнению с Землей. Вспоминая идеи добычи гелия-3 для тер-



Тессера в Земле Овды (персонаж марийских преданий с этим именем подобен Бабе-Яге). Цвета подобраны на основании данных советских станций



Над полюсом Венеры (обозначено точкой) расположен глаз гигантского вихря

моядерного реактора из лунного реголита, можно сказать, что Венера служит неплохим источником первичного топлива — дейтерия, поскольку отрабатывать термоядерный синтез на ИТЕРе будут именно с применением этого изотопа.

Кроме того, «Венус экспресс» подтвердил наличие в атмосфере еще одного углеродсодержащего вещества, наряду с углекислым и угарным газами. Это сульфид карбонила COS, который в подоблачных слоях атмосферы наряду с SO_2 и SO_3 , а также чистой серой участвует в основном для венерианской атмосферы цикле серной кислоты.

Самые ценные данные, однако, удалось получить, изучая состав ионов, покидающих атмосферу Венеры под действием солнечного ветра, — орбита аппарата проходит так удачно, что он пролетает сквозь этот ионный след. Оказалось, что главные составляющие потока — водород, кислород и гелий (совсем не так, как на Марсе, теряющем приблизительно одинаковые количества ионов O^+ , O_2^+ и 20% CO_2^+). При этом гелия оказывается в четыре раза больше, чем следует

из теории, а число ионов водорода ровно в два раза превышает число ионов кислорода. Получается, что вода действительно улетает из атмосферы Венеры, правда, в виде отдельных ионов. Эти ионы берутся не только из воды. Под действием света происходит фотолиз прежде всего углекислого газа, который дает угарный газ с кислородом, и всевозможных водородсодержащих примесей вроде хлористого водорода, фтористого водорода, самого водного пара и других. Причем ионы дейтерия атмосферу не покидают, равно как и ионы азота или углеродные остатки фотолиза углекислого газа. Предполагается, особенно с учетом повышенной эмиссии гелия, что в этом повинно большое гравитационное поле Венеры: каким-то таинственным образом оно ускоряет легкие ионы и притормаживает более тяжелые.

В последующие годы работы «Венус экспресса» ученые предполагают получить дополнительные данные, которые позволят дать уже не качественные, а количественные оценки скорости потери воды под влиянием солнечного вет-

Фото JPL/NASA

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ра. Причем это будет сделано на протяжении всего солнечного цикла, поскольку удастся застать наряду с уже изученным минимумом и максимум солнечной активности. Пока что аномалия содержания дейтерия позволяет объяснить исчезновение ничтожного, всего в 0,5% от земных запасов, количества венерианской воды. Возможно, к концу исследования можно будет установить, был ли на Венере океан, подобный земному, или нет. В целом, в результате исследований «Венус экспресса» у планетологов сложилось определенное мнение о судьбах двух планет. Согласно ему, изначально Земля и Венера все-таки были очень похожи друг на друга, однако эволюционировали они по-разному. Если на Земле большая часть углекислого газа превратилась в океане в осадочные породы, то Венера, потеряв океан из-за высокой температуры, которая, в свою очередь, связана с близостью к Солнцу, сохранила углекислый газ. Он и вызвал парниковый эффект. Огромное количество парниковых газов, удержанных Венерой, обеспечили не только ее высокую температуру, но и плотную атмосферу, в которой существуют гигантские вихри и дует ураганный ветер. А вот механизм эрозии атмосферы под действием солнечного ветра, у Венеры, видимо, отличается от земного, что может быть связано с ее медленным вращением. Как все обстоит в действительности, покажут дальнейшие исследования. Пока что планы отправить корабли к Венере есть у японцев — запуск экспедиции «Планет-С» для изучения климата планеты (буква С в названии от слова «climate») после многочисленных задержек сейчас перенесен на 2010 год, и у американцев — в 2020 году они хотят отправить туда целый флот, оснащенный, подобно советским «Вегам», как спускаемыми модулями, так и аэростатами. Вряд ли они разведуют что-то принципиально новое, поскольку станут выполнять примерно те же работы, что провели советские станции, однако накопление данных всегда приводит к каким-то новым выводам.

Фото ESA





Доктор биологических наук,
кандидат
физико-математических наук
М.С.Гельфанд
Институт проблем передачи
информации РАН

Все знают, что биоинформатика — это как-то связано с компьютерами, ДНК и белками и что это передний край науки. Более подробными сведениями может похвастаться далеко не каждый даже среди биологов. О некоторых задачах, которые решает современная биоинформатика, рассказал «Химии и жизни» Михаил Сергеевич Гельфанд (интервью записала Елена Клещенко).

Что может биоинформатика

Информация в биологии

В последние десятилетия появилось много новых научных дисциплин с модными названиями: биоинформатика, геномика, протеомика, системная биология и другие. Но по сути, биоинформатика, так же, как и, скажем, протеомика, — не наука, а несколько удобных технологий и набор конкретных задач, которые решают с их помощью. Можно говорить, что каждый человек, который определяет концентрации белков методом масс-спектрометрии или изучает белок-белковые взаимодействия, работает в области протеомики. Но не исключено, что со временем это деление станет не таким важным: применяемая технология будет менее существенной, чем способ думать, ставить вопросы. И в этом смысле биоинформатика как самая древняя из этих наук — ей целых 25 лет — играет роль цементирующего начала, потому что независимо от того, каким способом получены данные, все равно они потом попадают в компьютер. Иначе быть не может: размер бактериального генома — миллионы нуклеотидов, высшего животного — сотни миллионов или миллиарды. Транскриптомика, изучающая активность генов, получает данные о концентрациях десятков тысяч матричных РНК, протеомика — о сотнях тысяч пептидов и белок-белковых взаимодействиях. С таким количеством информации нельзя работать вручную. Мы еще помним, как печатали на бумаге нуклеотидные последовательности, потом вырезали напечатанные строчки, подставляли друг под друга и таким кустарным способом делали выравни-

вание — искали сходные участки. Это было возможно, когда речь шла о десятках-сотнях нуклеотидов или аминокислот, но при современном объеме данных нужны специальные инструменты. Набор таких инструментов и предоставляет биоинформатика — в практическом плане это прикладная наука, обслуживающая интересы биологов.

Поскольку моя собственная работа связана в основном с анализом геномных данных, далее речь пойдет главным образом о геномике. Объемы данных еще до появления последнего поколения секвенаторов начали обгонять закон Мура: нуклеотидные последовательности геномов накапливались быстрее, чем росла мощность компьютеров. Не будет большим преувеличением сказать, что за последние годы биология начала превращаться в науку, «богатую данными». Условно говоря, в «классической» молекулярной биологии в одном эксперименте устанавливался один биологический факт: аминокислотная последовательность белка, его функция, то, как регулируется соответствующий ген. А теперь такого рода факты получаются индустриально. Молекулярная биология движется по пути, по которому уже прошли астрофизика и физика высоких энергий. Когда имеется постоянно работающий радиотелескоп или ускоритель, проблема добычи данных решена, и на первый план выступают проблемы их хранения и обработки.

С биологией происходит то же самое, причем очень быстро, и не всегда бывает легко перестроиться. Однако те, кому это удается, оказываются в выигрыше. На нашем семинаре



маемся мы, и в этом состоит практическое применение нашей науки. Для нас пользователи — другие биологи, которым мы сообщаем интересные для них факты.

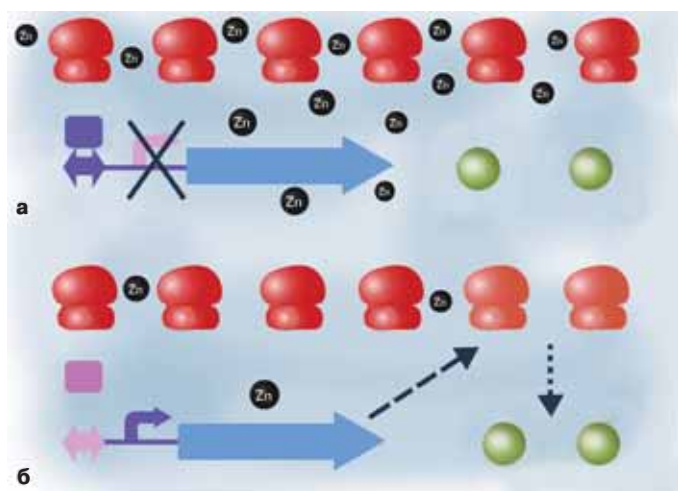
Расположение и регуляция

Как можно из последовательности нуклеотидов делать выводы о функции белков и генов? Первое соображение кажется банальным: если белок похож на какой-нибудь другой, уже изученный, то с большой вероятностью он делает примерно то же самое. На самом деле оно не так уж банально: первым серьезным успехом в этом направлении биоинформатики было утверждение, что вирусные онкогены — это «испорченные» гены самого организма.

Выполнить подобное сравнение сейчас уже несложно. Существуют банки данных по нуклеотидным и белковым последовательностям (подробнее о них рассказывалось в «Химии и жизни», 2001, № 2). Общее представление о том, как это должно быть устроено, появилось в конце 80-х годов, и в этом смысле биоинформатика была готова к потоку геномных данных. Сегодня это стандартный интернет-сервис: вы загружаете свою последовательность в окошко, нажимаете кнопку, и через несколько секунд вам сообщают, на какие последовательности из этой базы она похожа.

Дальше начинаются более тонкие соображения. Известно, например, что у бактерий гены часто бывают организованы в опероны, то есть транскрибируются в виде одной матричной РНК. Есть разные эволюционные теории, которые объясняют, почему так получилось, что функционально связанные гены образуют оперон. Первая теория состоит в том, что это удобно и полезно, потому и поддерживается эволюцией. Если белки имеют общую функцию, например отвечают за разные этапы переработки одного вещества, логично, чтобы они появлялись в клетке одновременно, по одному и тому же сигналу (естественно, что при общей мРНК и регуляция одна на всех) и в равном количестве. Второе утверждение менее тривиально и более красиво. Генам, продукты которых имеют связанные функции, выгодно находиться рядом из-за горизонтального переноса. Это очень существенный механизм эволюции бактерий: участки генома одной бактерии попадают в другую, которая благодаря этому может приобрести новые полезные признаки. Понятно, что если в новый геном переместится лишь один ген метаболического пути, то соответствующий белок будет бесполезен: субстрата для катализируемой им реакции нет, а ее продукт, в свою очередь, некому перерабатывать. Дополнительным подтверждением этой теории служит то, что у бактерий бывают геномные локусы, в которых гены из одного метаболического пути лежат на разных цепях ДНК и потому транскрибируются в разных направлениях. Здесь точно играет главную роль повышенная вероятность совместного переноса.

Тот факт, что два гена находятся рядом в каком-то одном геноме, не очень много говорит про их функциональную связь, это может быть и случайность. Однако мы умеем отождествлять гены в разных организмах. Последовательности у них, конечно, не совпадают до нуклеотида, а могут различаться



1
При избытке цинка (а) бактериальные рибосомы его запасают, а при недостатке (б) — отдают белкам. Если ионов цинка много, то его хватает и рибосомным белкам, и цинк-зависимым ферментам; в этом случае выключен синтез рибосомного белка, не содержащего цинка (прямоугольник — цинковый репрессор, голубая стрелка — ген белка). Когда цинка мало, белок синтезируется, замещает в рибосомах цинк-содержащие белки, и они отдают цинк ферментам

один биолог рассказывал, как они с коллегами изучали некий белок традиционными методами экспериментальной биологии. Это сложная задача: зная, что в клетке выполняется определенная функция, найти белок, который за нее отвечает. Они нашли этот белок, занялись его изучением и убедились, что должен существовать другой белок с подобными свойствами, поскольку наличие первого объясняет не все наблюдаемые факты. Искать второй белок на фоне первого было еще более сложно, но они справились и с этим. А затем был опубликован геном человека — и, получив доступ к его последовательности, они нашли еще дюжину таких белков...

Из этого примера вовсе не следует, что практическая молекулярная биология себя исчерпала. Скорее она научилась пользоваться новыми инструментами: интерпретировать не только полоски в геле после электрофореза, концентрации мРНК и белков или, скажем, скорость роста бактерий, но и колоссальные массивы данных, хранящиеся в компьютере. Заметим, что элемент интерпретации неизбежно присутствует и в классической биологии. Когда исследователь утверждает, что белок А запускает транскрипцию гена В, он не наблюдает напрямую, как белок взаимодействует с регуляторной областью гена, а делает такой вывод из расположения полосок в геле и других экспериментальных данных. В биоинформатике, по сути, та же ситуация, только введенная в абсолютизм: готовые данные лежат в компьютере, и среди них нужно отыскать пазлы, из которых получится собрать картинку.

К области технической биоинформатики относится первичная обработка данных. Секвенатор не сам «читает» молекулы ДНК, а дает на выходе кривые флуоресценции, пики на которых еще нужно превратить в нуклеотидную последовательность. Эта задача решается каждый раз по-новому для нового устройства секвенирования, и решает ее биоинформатика. Кроме того, как уже говорилось, полученные данные надо где-то хранить, обеспечивать к ним удобный доступ и т. д. Все это чисто технические проблемы, но они очень важны.

Более сложное и интересное занятие биоинформатиков — получать на основе данных о геноме конкретные утверждения: белок А обладает такой-то функцией, ген В включается в таких-то условиях, гены С, D и E экспрессируются в одно и то же время, а продукты их образуют комплекс. Именно этим зани-

довольно значительно. Но есть некие правила, которые позволяют утверждать, что это один и тот же ген, скажем, у кишечной и у сенной палочки. И так, если пара генов находится рядом не в одном геноме, а в пятидесяти, причем у представителей разных таксономических групп (то есть это расположение не просто унаследовано от общего предка), — это означает, что они действительно тяготеют друг к другу. Если бы эволюция не поддерживала их близкого расположения, оно не сохранилось бы. И значит, можно предположить, что они функционально связаны.

Второе соображение похоже на первое. Не все бактерии имеют одинаковый набор генов: к примеру, если ген кодирует фермент, нужный для переработки какого-то углевода, то его не будет у бактерии, которая этим углеводом не питается. Зато у бактерии, которая питается именно этим углеводом, будет весь необходимый набор: и ферменты, и белок-транспортер, переносящий углевод внутрь клетки. Функционально связанные гены присутствуют в геноме по принципу «все или ничего»: как уже говорилось, бессмысленно иметь лишь фрагмент метаболического пути, а бактерии — существа экономные, то, что не приносит пользы, из их генома быстро исчезает. Поэтому если сделать таблицу, где по строкам расположить различные гены, а по столбцам — разные геномы, и отметить плюсами и минусами гены, присутствующие или отсутствующие в данном геноме, мы увидим группы генов, обслуживающих одну и ту же функцию. И неизвестный ген с тем же набором плюсов и минусов, что у некой группы, скорее всего, можно приписать к ней же.

Третье соображение связано с регуляцией активности генов. Рядом с геном обычно присутствуют участки, с которыми взаимодействуют определенные белки — они могут запускать транскрипцию, блокировать ее, управлять ее интенсивностью, иначе говоря, от них зависит активность гена в каждый момент времени. Некоторые регуляторные участки очень хорошо опознаются по характерным последовательностям «букв», но это бывает редко. Например, участки связывания факторов транскрипции мы распозна-

ем в геномах с невысокой точностью и вместе с правильными сайтами нагребам кучу «мусора» — похожие коротенькие участки, которые на самом деле не имеют отношения к регуляции генов. Но поскольку совместно регулируются те гены, которые совместно работают, настоящие сайты связывания находятся перед одними и теми же генами в десятке геномов, а случайные — раскиданы там и сям, и никакой закономерности в их расположении не прослеживается. Получается мощный фильтр, позволяющий отсеять «мусор». И если перед геном с неизвестной функцией устойчиво обнаруживается знакомый сайт, будет ясно, что этот ген регулируется в составе функциональной подсистемы, которая регулируется тем же регулятором и обеспечивает ту же функцию.

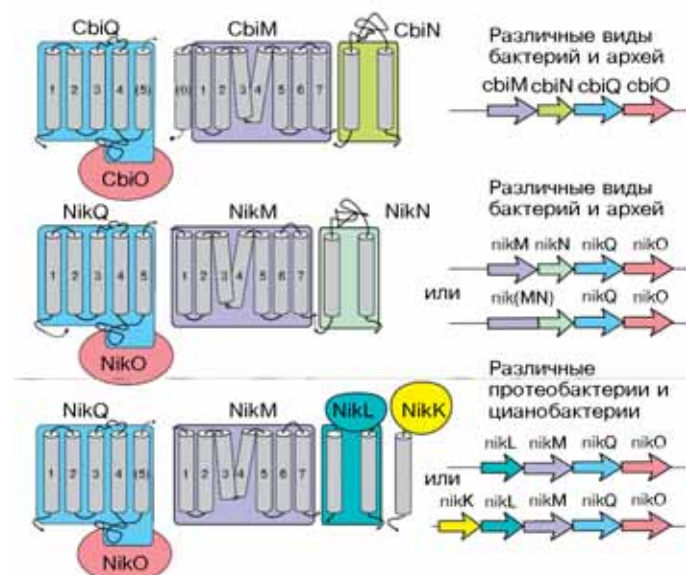
Мне интереснее всего изучать эволюцию регуляторных систем, но побочным продуктом при этом бывает множество функциональных предсказаний. Исследование развивается как детектив: каждое соображение по отдельности очень мелкое, но если «улик» много и они все попадают в одну точку, то можно делать уверенные утверждения. Был случай, когда мы подробно описали регуляторную систему — фактор транскрипции, сайты его связывания, то, что это будет репрессор, а не активатор, то, что связывание будет требовать кооперативного взаимодействия двух димеров, — просто глядя на буквы генома. Впоследствии все это вплоть до деталей оказалось правильным.

Рибосома как депо цинка

В одной из таких работ центральную роль сыграла Екатерина Панина, на тот момент студентка мехмата МГУ (потом она поступила в аспирантуру Калифорнийского университета Лос-Анджелеса и стала настоящим биологом-экспериментатором). Она пришла к нам на третьем курсе и сказала, что хочет заниматься такой биологией. К окончанию мехмата у нее было опубликовано несколько статей в серьезных журналах.

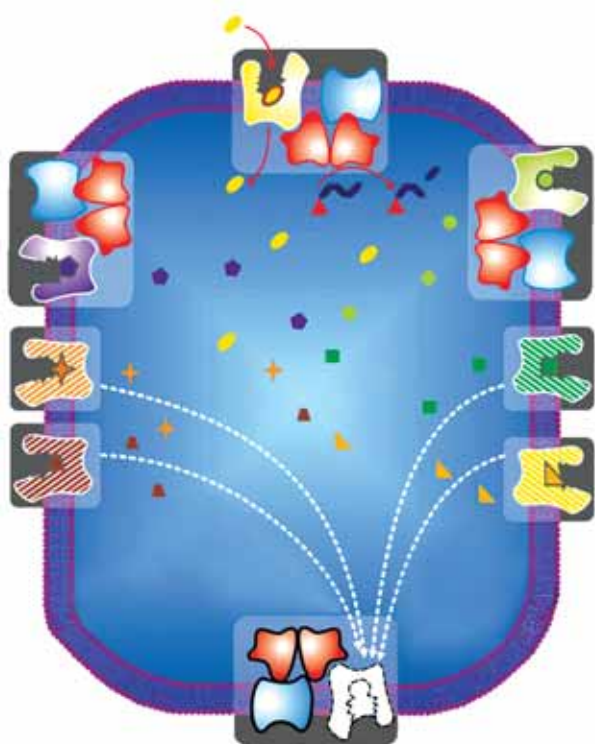
Бактериальной клетке нужны ионы цинка: они, например, входят в состав некоторых ферментов как кофакторы. Соответственно есть и молекулярная машинерия, которая обслуживает все процессы, связанные с цинком. Мы изучали цинковый репрессор (в больших количествах цинк ядовит для клетки, поэтому выключать его транспорт при достаточных концентрациях не менее важно, чем уметь добывать его из окружающей среды), используя идеологию, о которой рассказывалось в предыдущей главке. Если перед геном имеется потенциальный сайт цинкового репрессора, то этот ген, возможно, относится к метаболизму цинка. Именно таким образом мы в свое время «вычислили» цинковый транспортер — трансмембранный белок, который обеспечивает проникновение цинка внутрь клетки.

Так вот, в 2002 году Катя обратила внимание, что потенциальные сайты цинкового репрессора почему-то часто попадают перед генами рибосомных белков. Она поделилась этим наблюдением с научным руководителем, и я сказал, что, поскольку в геноме больше сотни генов рибосомных белков, а сайты встречались перед разными генами, это случайность. Но Катя в случайность не поверила и нашла статью Евгения Кунина (о его модели происхождения клетки см. в статье М.А.Шкроб в августовском номере), которая была опубликована незадолго до этого. Там было показано, что некоторые рибосомные белки содержат мотив связывания цинка — так называемую цинковую ленту, три или четыре цистеина на правильном расстоянии друг относительно друга и в правильном контексте. Важное наблюдение Кунина с коллегами состояло в том, что один и тот же белок в некоторых организмах имеет эти цинковые мотивы, в других — не имеет, но, судя по всему, нормально функционирует и без цинка. А у некоторых бактерий один и тот же белок имеется в двух вариантах, с цинковой лентой и без нее.



2

Вот так выглядели предсказанные *in silico* транспортные системы, несущие в клетку кобальт (Cbi) и никель (Nik). Слева — расположение белков в мембране (внутренняя сторона снизу), справа — расположение их генов в локусе. Одинаковыми буквами и цветом обозначены гомологичные белки: O (АТФаза) и Q (трансмембранный белок) — универсальные компоненты, в то время как CbiM, CbiN, NikN, NikL и NikK — дополнительные и могут различаться. Всех удивила догадка биоинформатиков, что базовый модуль CbiM—CbiN остается активным и без АТФазы (по рисунку Д.Родионова из статьи в «Journal of Bacteriology», 2006, т. 188, □ 1, с. 317—327)



3

Есть обширная группа бактериальных транспортеров, которые содержат универсальный, общий для всех АТФазный компонент, поставляющий энергию для переноса (красный, ему соответствует CbiO на рис. 2), и общий трансмембранный белок (синий, CbiQ), а также дополнительный белок, который обеспечивает специфичность — определяет тип переносимого вещества (как CbiMN). Дополнительный компонент может работать и как независимый транспортер (по рисунку Д. Родионова)



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

нов, есть потенциальный сайт репрессора — нет сайта...). Но в совокупности эти мелочи позволили сделать нетривиальное заключение, оказавшееся абсолютно верным. Вообще, когда мы публикуем статьи, то стараемся как можно более четко сказать, какое из наших предсказаний считаем надежным, а какое может оказаться неправильным. Так вот, среди тех, в которых мы были уверены, неправильных пока не оказалось ни одного (проверены уже десятки), а вот среди слабых проколы действительно были, хотя тоже не часто.

Отвертка со съемным жалом

Не менее красивыми были работы с белками-транспортерами (я в них участвовал только на ранних стадиях, поэтому имею полное право их хвалить, не становясь хвастуном). Транспортеры — золотое дно для биоинформатиков, поскольку опознать транспортер, в особенности бактериальный, достаточно легко. У них есть несколько гидрофобных спиралей, проходящих через мембрану: между ними находится канал, сквозь который ион или молекула, нужные для жизни клетки, проникают внутрь. Трансмембранные сегменты можно найти в белковой последовательности с помощью специальных программ. И если в неизвестном бактериальном белке пять или шесть таких сегментов, это почти наверняка транспортер (потому что другие трансмембранные белки, например участники дыхательной цепи или родопсин, хорошо известны). Остается установить, что за вещество он переносит.

Изучать специфичность транспортеров в эксперименте — удовольствие ниже среднего. С ферментами гораздо проще, это практически рутинная задача, которую можно доверить роботу. Вы гиперэкспрессируете фермент (то есть заставляете синтезироваться в больших количествах), а потом предлагаете ему пять сотен разных субстратов и смотрите, с каким из них пойдет реакция.

Транспортер, конечно, тоже можно гиперэкспрессировать. Но чтобы он заработал, он должен сразу встроиться в мембрану, иначе гидрофобные сегменты «налипнут» друг на друга, белок образует нефункциональные агрегаты. Поэтому приходится делать множество мембранных пузырьков-везикул, встраивать в них белки в правильной ориентации, а потом смотреть, попадает ли искомое вещество внутрь везикул. Вдобавок транспортеры бывают разные. Одни закачивают в клетку полезные вещества против градиента концентрации и затрачивают на это энергию молекулы АТФ, которую расщепляет специальный белок — АТФаза. Другие осуществляют вторичный транспорт — впуская «нужную» молекулу, одновременно выпускают по градиенту концентрации ион водорода, калия или натрия. Если транспортер АТФ-зависимый, то, чтобы он заработал, необходимо собирать конструкцию из нескольких белков, в том числе АТФазы. А если это вторичный транспорт, то нужно еще угадать, концентрацию какого иона надо увеличить внутри шарика. Отсюда ясно, что биохимия транспортеров — наука для сильных духом и экспериментальных данных по ним мало.

С другой стороны, определять специфичность транспорте-

И вот Катя заметила, что в последнем случае, когда есть два варианта белка в одном геноме, тот, который без цинковой ленты, репрессируется цинковым репрессором. Иначе говоря, в присутствии цинка экспрессируется вариант белка, которому цинк нужен, а в отсутствие цинка — тот, которому он не нужен.

Основа существования любой клетки — тяжелая промышленность, производство средств производства, точно так, как нас учили на лекциях по политэкономии социализма. Около 70% белка клетки — это белки рибосом, то есть органелл, которые нужны, чтобы делать другие белки. С другой стороны, цинк — кофактор ферментов, жизненно важных для клетки, таких, например, как ДНК-полимераза. Если цинка становится мало, его полностью забирают себе рибосомные белки, ферментам ничего не остается, и клетка погибает. Но у клетки есть резервная копия рибосомного белка, которому цинк не нужен. Мы предположили, что клетка включает синтез таких белков в условиях дефицита цинка и они встраиваются в часть рибосом на место цинксодеждающих белков. При этом какое-то количество цинка высвобождается. Может быть, рибосомы после этого работают чуть менее эффективно, может быть, и вообще не работают — но ради того, чтобы цинка хватило жизненно важным ферментам, которые представлены существенно меньшим числом копий, стоит пожертвовать небольшой долей рибосом.

Мы написали статью, но в течение года ни один уважаемый журнал не принял к публикации безумную теорию о рибосомах как депо цинка. Однако мне Катина находка казалась очень красивой, и я единственный раз в жизни воспользовался тем, что мой дед, как член Академии наук США, имеет право представлять статьи для публикации в «Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA». Он послал статью на рецензию Кунину, который дал положительный отзыв (и, кажется, кому-то еще). Статья вышла в PNAS, и, как вскоре выяснилось, очень вовремя: через полгода появилась статья японских биологов, которые экспериментально показали то же самое. Можно догадаться, что они над этим работали давно, и, вероятно, им было немного обидно, что компьютерное предсказание предвосхитило их результаты.

Заметим, что вся эта история построена на очень мелких частных наблюдениях (есть в белке цистеины — нет цистеи-

ров биоинформационными методами существенно проще. Достаточно прибегнуть к уже знакомой логике: например, если синтез этого белка регулируется цинковым репрессором, это, скорее всего, и будет цинковый транспортер, а если его ген находится в одном локусе с генами катаболизма рибозы, он, очевидно, переносит внутрь клетки рибозу... Именно таким образом мы в свое время нашли рибофлавиновый транспортер: имеется белок с неизвестной функцией, у него шесть потенциальных трансмембранных сегментов, регулируется совместно с генами рибофлавинового пути — значит, это транспортер либо рибофлавина, либо его предшественника. Но поскольку в некоторых геномах присутствовали и этот транспортер, и рибофлавин-зависимые белки, но не было пути синтеза рибофлавина из предшественников, значит, это мог быть транспортер только рибофлавина.

Проверять экспериментально конкретное предсказание существенно проще, чем начинать с нуля. Я всегда объясняю студентам, что биоинформатик — существо совершенно незащитное, наподобие того персонажа приключенческого романа, который знает, где лежит клад. Пока он молчит, все его берегут и за ним ухаживают, но, когда он проговорится, он уже не нужен. Как только биоинформатик сказал «этот белок обладает такой-то функцией» — исключительно от порядочности экспериментаторов зависит, возьмут ли они его в соавторы после того, как проверят это утверждение. А утверждения, как читатель уже убедился, предельно простые и конкретные, достаточно один раз произнести их вслух.

С таких же простых умозаключений начиналась история более сложная, но и более интересная. Мы изучали регуляцию пути биосинтеза биотина (биотин — витамин Н, или В7, кофактор многих важных ферментов). Биотиновый транспортер был в это время не известен. У нас по ходу работы обнаружился транспортный белок, который регулируется, а иногда и локализуется вместе с генами биотинового пути. Дальше все как с рибофлавином: нашли организмы, где биотинового пути нет, но есть белки, которые зависят от кофактора, и есть тот самый потенциальный транспортер — следовательно, это транспортер биотина.

Как уже было сказано, транспортеры бывают АТФ-зависимые и осуществляющие вторичный транспорт. Биотиновый транспортер был одиноким, никакого гена АТФазы поблизости не просматривалось, а значит, это был вторичный транспортер. Но затем мы увидели, что в некоторых геномах рядом с биотиновым транспортером попадают какие-то АТФазы. Что это означает, на том этапе было непонятно, и потому мы просто упомянули про это в статье одной фразой.

Примерно тогда же мы изучали регуляцию кобаламинового пути. Кобаламин, или витамин В12, — также кофактор важных ферментов, очень крупная молекула с метаболическим путем соответственной сложности. Для этой истории существенно, что в центре молекулы кобаламина есть ион кобальта, который приносят в клетку опять же транспортеры. Таких транспортеров мы нашли немало, опубликовали о них статью — и в скором времени получили письмо от Томаса Эйтингера из Института микробиологии Гумбольдтовского университета (Берлин). Он призывал нас обратить внимание на то, что любой кобальтовый транспортер также может транспортировать никель, и наоборот, потому что специфичность у них слабая. Мы ответили, что рассматриваем транспортеры с точки зрения их функциональной роли в клетке, и если ген белка находится в одном опероне с большим набором генов кобаламинового синтеза — безусловно, белок нужен клетке как транспортер кобальта, хотя *in vitro* его и можно заставить переносить никель. А если мы видим ген транспортера в одном опероне с никель-зависимой уреазой, то это, безусловно, никелевый транспортер.

Намечались перспективы совместной работы, и Дмитрий Родионов, который делал эту работу, подал вместе с немец-

кими коллегами заявку на небольшой совместный грант и поехал на три месяца в Берлин. (Дмитрий закончил МИФИ, после чего занимался у нас геномикой; потом работал в США, а сейчас выиграл грант академической программы «Молекулярная и клеточная биология» на создание новой группы и возвращается в Москву.)

К этому времени мы с ними начали делать (по электронной почте) большой проект по сравнительной геномике транспортеров никеля и кобальта, где классифицировали их, во-первых, по регуляции, а во-вторых, по локализации, совместной с кобальтовыми или никелевыми функциональными белками. Так вот, в одном из этих никелево-кобальтовых семейств наблюдались некоторые странности. С одной стороны, АТФазы и трансмембранные белки, образующие канал для иона, как положено, располагались рядом и регулировались совместно. С другой стороны, в том же опероне мог находиться еще один трансмембранный белок. Причем эти «посторонние» белки в кобальтовых и никелевых транспортных системах отличались довольно сильно, не были гомологичными в отличие от АТФаз и трансмембранных. И вдобавок АТФаза и трансмембранный белок оказались гомологичными тем самым «лишним» биотиновым белкам, которые то попадались, то нет в предыдущем исследовании.

До сих пор не знаю, каким способом Дима уговорил немецких коллег на следующий безумный эксперимент. «Классическим» биохимикам, которые всю жизнь изучают транспорт кобальта и никеля у бактерий, он предложил: давайте у транспортера отключим АТФазу и трансмембранный белок, гомологичные биотиновым, оставим один только уникальный компонент. Ведь биотиновому транспортеру АТФаза и «основной» трансмембранный белок очень нужны, они то есть, то их нет, — может быть, они и никелевому транспортеру не нужны, одинокий негомологичный трансмембранный белок и сам справится? Неизвестно, почему добропорядочные немецкие биохимики решились на это странное деяние: лишить вроде бы обычный АТФ-зависимый транспортер АТФазы и посмотреть, что будет. Так или иначе, Дима оказался прав. Одинокий трансмембранный белок работал как кобальтовый транспортер — менее эффективно, но работал. Это был первый пример двойной системы, которая, если есть АТФаза, работает как АТФ-зависимая, а если ее нет, работает как ион-зависимая.

Позднее берлинские коллеги то же самое сделали с биотином: взяли бактерию, у которой биотиновый транспортер имеет АТФазу и трансмембранный белок, отключили их гены — и показали, что этот белок в одиночестве тоже работает как биотиновый транспортер, хотя и с меньшей мощностью, чем в присутствии АТФазы.

Дмитрий Родионов в это время уже работал постдоком в лаборатории Андрея Остермана в Институте медицинских исследований Бэрнема в Ла-Хойе. Остерман — замечательный человек, биохимик, который понял эффективность биоинформатических методов, научился ими пользоваться и нашел с их помощью множество новых ферментов. И вот, когда Дмитрий попал в круг биохимиков и начал с ними общаться, оказалось, что подобных транспортеров, переносящих разные субстраты — кофакторы, аминокислоты, ионы, — существует несколько десятков. (Кстати, таким же оказался и рибофлавиновый транспортер.) Разные исследовательские группы независимо друг от друга изучали эти транспортеры, не имея представления о том, что они принадлежат к одному семейству.

Стало понятным и то, как возможна подобная организация. Кобальтовые и никелевые транспортеры отдельно от своей АТФазы не встречаются (если ее не убрать экспериментально). Но есть и другой класс бактериальных транспортеров, которые используют одну и ту же АТФазу — как отвертку со съемным жалом. Универсальные АТФаза и трансмембранный белок в этом случае могут кодироваться вместе с рибосомными белками, то есть экспрессируются постоянно и в больших количествах. А те белки, которые обеспечивают транспортерам

специфичность, раскиданы там и сям в соответствующих оперонах. А в отсутствие АТФазы такой белок худо-бедно работает как вторичный транспортер, и поэтому в геномах некоторых организмов мы видим только его.

Биоинформатика и теория эволюции

Однако эти «прикладные» открытия — дело очень важное и полезное, но для нас, биоинформатиков, не главное. А главное, что принесла нам индустриальная революция в биологии, — появилась возможность на другом уровне обсуждать эволюцию. Даже банальные утверждения, скажем, о процентном сходстве геномов человека и шимпанзе не так тривиальны, как могут показаться. Молекулярная эволюция поучительна тем, что на ней замечательно выполняются дарвинистские представления о природе вещей.

Данные, полученные молекулярными биологами, теперь оказывают серьезное влияние на таксономию — классификацию растений и животных. Поначалу ботаники и зоологи скептически относились к молекулярным генеалогическим деревьям, показывающим степень родства между видами на основе сравнения нуклеотидных последовательностей, но надо признать, что и первые молекулярные деревья были не слишком удачными. Сейчас прямо на глазах происходит конвергенция — классическая и молекулярная таксономии движутся навстречу друг другу. Уже понятно, что молекулярные деревья, если они построены с соблюдением определенных правил, достаточно близки к реальности и вполне могут стать поводом для пересмотра ортодоксальных таксономических представлений, основанных на морфологии — сравнении внешних черт организмов. И, как ни странно, оказывается, что у видов, которых будто бы насильно помещают вместе исходя из сходства их генов, действительно отыскиваются общие признаки. Получается, что хорошее молекулярное дерево не противоречит морфологической конструкции, просто другие признаки оказываются ведущими.

Что касается бактерий, то в эпоху классической биологии их классифицировали по форме клеток и по метаболическим свойствам: какие сахара они могут утилизировать, какие аминокислоты и кофакторы могут синтезировать сами, а в каких нуждаются как в составной части внешней среды и т. п. Эта таксономия была очень слабой, поскольку у бактерий по сравнению с высшими организмами очень мало морфологических и функциональных признаков. Сегодня таксономия бактерий, по-видимому, полностью основывается на молекулярных данных. В массовом порядке пересматриваются видовые названия. Но самым впечатляющим достижением в этой области была, конечно, работа Карла Вёзе, который в 1977 году на основании молекулярной таксономии постулировал существование археобактерий (сейчас их называют археями) — третьего домена жизни, отличного от эукариот и «настоящих» бактерий.

Нельзя сказать, что все проблемы систематики бактерий отныне решены. В значительной мере оказалось разрушенным представление о том, что такое бактериальный вид. Обнаружилось, например, что у двух штаммов кишечной палочки — представителей одного вида — до трети генов могут быть уникальными, то есть присутствовать в одном штамме и отсутствовать в другом. Много неожиданного и интересного уже известно о бактериальной эволюции. В частности, оказалось, что горизонтальный перенос — обмен генетическим материалом — может происходить между таксономически далекими существами. Например, *Metanosarcina* — типичная архея, но треть ее генов имеют бактериальное происхождение, и эти гены обслуживают практически весь ее метаболизм, в то время как механизмы транскрипции, трансляции, репликация, устройство мембраны у метаносарцины характерны для архей. По этому примеру можно судить о том, насколько увлекательно сейчас заниматься эволюцией бактерий.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

На мой взгляд, самое интересное — это эволюция регуляторных систем. Мы достаточно много знаем про эти системы у бактерий и можем представить, как меняются регуляторные системы, как локальный регулятор вдруг начинает управлять десятками генов или меняет специфичность, как перестраиваются регуляторные каскады. И это может быть очень важно с фундаментальной точки зрения, потому что здесь можно пойти гораздо дальше. Отличие человека от шимпанзе или даже от мыши едва ли обусловлено набором генов: они у млекопитающих практически одни и те же, если сравнивать по набору функций. Причина скорее в регуляции: какие гены, когда и в каких тканях активны.

Скорее всего, «скачки» эволюции, любые резкие изменения морфологических признаков обеспечиваются как раз на уровне регуляции. Мы уже знаем такие примеры у бактерий, дрожжей и других относительно простых организмов. У большинства бактерий имеется один железный репрессор, который реагирует на присутствие ионов железа и регулирует множество генов: белки, обеспечивающие запасание и транспорт железа, железозависимые ферменты. А у других бактерий есть три разных репрессора, которые эти функциональные группы поделили: одни регулируют запасание железа, другие транспорт и синтез, третьи — ферменты. Это на самом деле радикальное изменение, был один ответ на железо, а получилось три разных.

Есть замечательные экспериментальные работы, выполненные на многоклеточных. Почему морской еж единственный среди иглокожих имеет твердый скелет? Ответ предложил Эрик Дэвидсон из Калифорнийского технологического института. Он изучил регуляторный каскад, который отвечает за развитие этого скелета, а потом нашел этот каскад у морской звезды, только у нее он включается существенно позднее, поэтому развиваются лишь основания иглокошек, не соединенные между собой. У ежа тот же каскад включается на какое-то количество клеточных делений раньше, соответственно захватывает большее число клеток, и развивается сплошной скелет. Таким образом, чисто регуляторное изменение дает абсолютно новый признак.

У меня есть надежда, что сравнительный анализ регуляции даст ответы на вопрос, который беспокоит палеонтологов и морфологов на нынешнем этапе развития синтетической теории эволюции: каким образом накопление мелких изменений дает радикально новые признаки? Похоже, что это можно объяснить перенастройкой регуляции. Мы уже умеем это делать на простых организмах, но рано или поздно очередь дойдет и до более сложных. И когда это случится, произойдет третий большой прорыв в этом направлении, если первым считать дарвиновский естественный отбор, а вторым — соединение эволюционной биологии с генетикой.



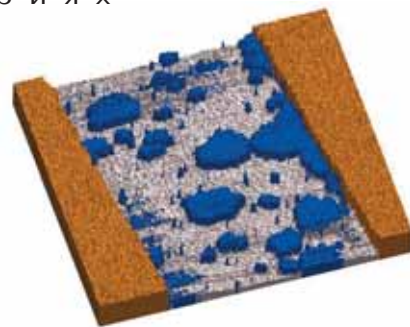
**ПЛЯСКИ
ЭЛЕКТРОНОВ**

Сделать чувствительный химический датчик помогут недостатки имеющейся технологии.

«Nature Nanotechnology»,
9 августа 2009 года,
doi:10.1038/
nnano.2009.201.

Есть такая перспективная технология изготовления полимерной электроники. В раствор полимера опускают кремниевую пластинку, на которую оседают его молекулы. Они встают торчком, формируя жидкий кристалл, а толщина слоя получается ровно в одну молекулу. Каждая пластинка уносит из раствора ничтожное количество полимера, поэтому технология не только простая, но и весьма дешевая.

Электроны перепрыгивают с одной молекулы полимера на другую, и по тонкому слою (его толщина около нанометра) течет ток. Исследователи, однако, заметили, что чем больше площадь слоя, тем хуже проходит ток, причем его величина падает экспоненциально. Группа ученых из Центра исследований компании «Филипс» при Эйндховенском университете (Нидерланды), а также из Австрии и России, в частности из Института синтетических полимерных материалов РАН им. Н.С.Ениколопова, сумели разобраться в причинах. Оказывается, пленка получается не монолитной, а в виде островков. Чем больше размер, тем больше разрывов между ними, вот ток и не проходит. Этот недостаток предложено превратить в достоинство. «Если в промежутках между островками осядет совсем немного молекул, столько, чтобы лишь проложить путь от одного электрода до другого, то ток пойдет. Так получится датчик, способный давать большой сигнал при ничтожно малом изменении своего строения», — говорит участник работы профессор Мартин Кемеринк из Эйндховенского технологического института.



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

**ЧЕРНЫЙ СЕКРЕТ
СВЕТОДИОДОВ**

Пока не известно, от чего светодиод не светит на полную мощность.

«IEEE Spectrum»,
август 2009.

Считается, что светодиоды — именно тот источник света, который сможет сберечь огромное количество электроэнергии, нынче расходуемой на нагрев вольфрамовой спирали в лампах накаливания. Однако специалистам известно, что тут кроется подвох. Оказывается, у каждого светодиода есть свой предел светимости, и лишь до этого предела он расходует мало энергии. А чтобы заставить его светиться ярче, нужно тратить не просто больше энергии, а много больше, и тогда он становится более затратным, чем лампа накаливания.

Ученые спорят о причинах, а научный журналист и бывший физик из Уэллса Ричард Стивенсон обобщил их размышления в статье, вышедшей в августовском номере журнала «IEEE Spectrum». Оказывается, существуют три точки зрения. Первооткрыватель синего нитридного диода Сюдзи Накамура (см. «Химию и жизнь», 2006, № 10) и его коллеги считают, что дело в дефектах: если их мало, электроны и дырки не могут найти достаточно мест, чтобы встретиться и породить квант света. Другие ученые полагают, что носители заряда утекают из диода и поэтому не могут встретиться. По мнению третьих, в результате такой встречи могут возникать не фотоны, а фононы, звуковые колебания. Видимо, до того, как будет получен ответ на этот вопрос, делить многомиллиардный рынок новых осветительных устройств, а тем более запрещать лампы накаливания рановато.

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

**БЕЛЫЙ ЧАЙ
ОТ АРТРИТА**

Белый чай оказался гораздо целебнее всех других напитков, в том числе зеленого чая.

Declan Naughton,
D.Naughton@
kingston.ac.uk

Стараниями многочисленных исследователей зеленый чай получил репутацию самого полезного питья для борьбы с антиоксидантами, вчистую обыграв другой распроданный напиток — красное французское вино. Теперь ему придется потесниться на пьедестале. Исследователи из Кингстоунского университета во главе с профессором Декланом Наутоном установили, что белый чай еще успешнее борется с воспалительными заболеваниями разного рода, а также с морщинами. Этот чай делают преимущественно из чайных почек, и он проходит наименьшую предварительную обработку.

Они изучили способность экстрактов из 21 растения защищать структурные белки кожи — эластин и коллаген. «Первый из этих белков обеспечивает упругость кожи, а также легких и артерий. Он же способствует заживлению ран и предохраняет кожу от морщин. Второй находится в соединительной ткани и придает ей упругость и прочность», — говорит профессор Наутон. Как оказалось, белый чай дезактивирует ферменты, которые разрушают эластин и коллаген. А эти ферменты не только приводят к старению, но и вместе с оксидантами участвуют в развитии воспалительных заболеваний вроде ревматоидного артрита. Борцы с этими болезнями ищут лекарства уже не одно десятилетие. К удивлению ученых, совсем малые дозы экстракта, гораздо меньшие, чем те, что содержатся в чашке чая, оказывали значительное действие на ферменты. Деградацию обоих белков тормозят еще восемь экстрактов. По убыванию своей силы они расположились после белого чая в такой последовательности: водоросль фукус пузырчатый, клевер, роза, зеленый чай, дягиль, анис и гранат.



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

**ЧЕРНЫЙ ЧАЙ
ОТ ДИАБЕТА**

Черный чай замедляет выделение глюкозы в организм.

«Journal of Food Science», 2009, т.74,
№6.

Если организм обладает способностью разлагать глюкозу, но эта способность ослаблена из-за диабета, важным становится не наличие в крови этого сахара, а скорость его выделения. Оказывается, и в этой ситуации помогает чай.

Ученые из Тяньцзиньской лаборатории современных методов доставки лекарств (КНР) исследовали, как влияют на скорость выделения глюкозы в кровь такие напитки, как зеленый, черный чай и чай улун, он же красный чай. Выяснилось, что полисахариды черного чая обладают наибольшей эффективностью. Кстати, они же продемонстрировали самые высокие антиоксидантные свойства в нейтрализации гидроксила и дифенилпикрилгидразида. «Мы видим немалый потенциал использования черного чая для борьбы с диабетом», — говорит участник исследования Чен Хайся.

МАКАРОНЫ ИЗ БАНАНОВ

Если добавить в макароны банановую муку, они помогут снизить вес.

«Journal of Food Science», 2009, т. 74, № 6.

ВЕРНЕМ МЕДНЫЕ РУЧКИ

Медная отделка общественных помещений поможет бороться с эпидемиями.

Bill Keevil,
cwkv@soton.ac.uk

РАПАМИЦИН ОТ СТАРОСТИ

Обнаружено вещество, замедлившее старение пожилой мыши.

«Nature», 2009, № 460.

О ПЛОДОВИТОСТИ ОВЕЦ

Особый вариант всего одного гена служит индикатором того, что овца может принести потомство пять раз за три года.

«Journal of Animal Science», 2009, т. 87, № 8.

ЗОЛОТОЕ НАНОЯЙЦО

Квантовую точку в золоте сделали ученые из США



Xiaohu Gao,
xgao@u.washington.edu

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

По мысли современных диетологов, для того, чтобы бороться с переизбытком, в продукты питания следует добавлять нечто съедобное, но плохо перевариваемое. Тогда человек вроде бы съел много, желудок наполнился, а усвоил мало, и, значит, ему не грозит излишний вес и связанные с ним заболевания вроде диабета второго типа. Ученые из расположенного в Мехико Центра развития природных пищевых продуктов Национального политехнического института предлагают добавлять в тесто, из которого делают обычные макароны, муку из незрелых бананов. Она содержит плохо перевариваемые формы крахмала и полисахариды, а кроме того, обогащена антиоксидантами. Да и мексиканским банановодам выходит подмога — урожай можно собрать раньше, а хранить его не придется.

Эксперименты, поставленные с участием 200 добровольцев, показали, что макароны с добавками банановой муки на вкус ничуть не хуже чисто пшеничных, а если их перемешать с кетчупом, то даже лучше. Больше всего понравились участникам эксперимента спагетти, содержащие 30–45% банановой муки

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Раньше дверные ручки, посуду, а также сантехнику делали из меди или латуни. Оказывается, в этом был глубокий смысл, и состоял он не только в том, что эти металлы корродируют гораздо хуже, чем сталь. Медь отлично убивает бактерии и вирусы.

Эксперименты, проведенные профессором Биллом Кивилом из Саутгемптонского университета, показали, что в течение часа погибает три четверти частиц вируса гриппа А, нанесенных на медную поверхность, а через шесть часов выживает лишь одна частица из десяти тысяч. Такой же эффект наблюдается для аденовируса 40/41, который вызывает заболевания органов пищеварения. «Для борьбы с эпидемиями очень полезно отделить больницы, рестораны и другие места скопления людей медью и ее сплавами — латунью и бронзой», — считает профессор Кивил.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Почти сорок лет назад в почве острова Пасхи нашли бактерии, которые вырабатывают вещество рапамицин. Действуя на так называемые TOR-киназы, они замедляют жизнедеятельность клеток. При этом одновременно подавляются иммунитет и развитие раковых опухолей. Поэтому рапамицин применяют в трансплантологии — например, им покрывают стенки искусственных кровеносных сосудов, чтобы они не зарастали, — и в онкологии.

В 2004 году доктор Дейв Шарп из Техасского университета предположил, что рапамицин может стать средством от старости. Он начал кормить мышей пищей с этим веществом, однако вскоре оказалось, что оно легко разлагается в пищеварительном тракте. Рапамицин спрятали в микрокапсулы, но мыши за это время состарились и достигли возраста 20 месяцев (60 лет по человеческим меркам). Опыт решили продолжить. Каково же было удивление исследователей, когда выяснилось, что продолжительность жизни мышей выросла на 28–38%, если мерить от момента включения рапамицина в диету. Эти данные подтвердили опыты еще в двух университетах. Настолько продлить жизнь пожилому млекопитающему еще не удавалось никому, хотя мечтают об этом многие (см. «Химию и жизнь», 2009, № 5).

Считается, что на человека эти результаты вряд ли можно перенести, все-таки снижение иммунитета чревато смертью если не от гриппа, то от рака. Хотя со вторым все не так очевидно — вспомним, что рапамицин тормозит развитие всех клеток, и раковых в том числе. А для усиления иммунитета существуют иммуностимуляторы.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Овца приносит ягненка раз в год, а есть человеку хочется каждый день. Как быть? В 1980 году овцевод Корнелловского университета Брайан Маги разработал программу «Стар» — специальный режим питания и скрещивания, при котором овцы ягнятся чаще. Однако выполнение этой программы требует немалых затрат труда, а результат не гарантирован — отнюдь не все овцы хотят плодиться в неположные сроки.

Пытаясь разобраться, в чем тут дело, коллеги Брайана Маги во главе с профессором Дугласом Ноугом обнаружили, что у рано ягнящихся овец имеется так называемый необычный аллель M — особый вариант гена, который кодирует рецептор мелатонина. (Этот белок выполняет в организме много функций, в частности, отвечает за суточные ритмы.)

Поскольку найденные изменения в гене не меняют последовательность аминокислот в белке-рецепторе, ученые пришли к выводу, что мутация, скорее всего, служит индикатором некоего процесса, приводящего к раннему ягнению. Теперь они хотят проверить, как поведет себя этот индикатор в череде поколений. Если признак окажется устойчивым, фермеры получат высокопроизводительное стадо овец.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Квантовые точки способны к флуоресценции, то есть свечению под действием видимого света. Золотые наночастицы светятся под действием инфракрасного света. Оба типа этих частиц биологи используют для диагностики, а золотые — еще и лечения, поскольку при облучении микроволнами они нагревают клетку, в которой оказались. Ученые из Вашингтонского университета во главе с Гао Сяоху придумали методику, которая позволяет соединить эти частицы в одну. В соответствии с ней квантовую точку покрывают полимерным слоем, изменяя строение которого можно задавать толщину оболочки с точностью в один нанометр. На полимер осаждали ионы золота и получили золотую оболочку толщиной 2–3 нм. Сверху все покрыли полигистидинами.

В получившейся частице диаметром 15–20 нм квантовая точка исправно светила, и ее свет проходил сквозь тонкую золотую оболочку. Поскольку золото не ядовито и разрешено к применению, к нему можно будет прикреплять многие белки, и новая система станет неплохим дополнением к уже существующим средствам наномедицины.



Снова О СТВОЛОВЫХ КЛЕТКАХ

Кандидат биологических наук

В.В. Мальцева,

Институт геронтологии
Минздравсоцразвития РФ,
доктор биологических наук

А.А. Болдырев,

Научный центр неврологии РАМН

В истории науки и техники Россия упоминается реже, чем следовало бы. Первый в мире телевизионный приемник сделан у нас, но многие искренне верят, что телевидение пришло из США; радио изобретено Поповым, но считается, что его открыл Маркони; даже Игорь Сикорский, получивший образование в нашей стране, сначала эмигрировал, а затем создал первый в мире вертолет. Та же судьба постигла открытие,

которое признают третьим по значимости в естествознании после открытия двойной спирали ДНК и расшифровки генома, — о наличии в живых организмах так называемых стволовых клеток. Автор этого открытия, сделанного задолго до двух первых, — русский ученый Александр Александрович Максимов (1874—1928), он же предложил и термин «стволовая клетка», когда рассказывал о своих исследованиях на Первом Международном гематологическом съезде в Берлине в 1908 году. Открытие Максимова поначалу не получило признания мировой науки, и в дальнейшем Россия уступила приоритет в исследовании и медицинском использовании стволовых клеток. Однако оно послужило основой для жаростных споров, смелых и порой безрассудных экс-

периментов, единичных успехов и строгих запретов на протяжении всего XX века.

Где найти стволовые клетки?

Термин «стволовая клетка» Максимов предложил, чтобы объяснить механизм быстрого самообновления клеток крови. Каждые сутки в крови человека завершают свой жизненный путь миллионы клеток, и им на смену приходят новые популяции эритроцитов и лейкоцитов. Анализируя темпы возобновления этих клеток, Максимов понял, что этот процесс должен отличаться от описанного к тому времени клеточного деления, иначе костный мозг при его ограниченных размерах был бы не в силах справиться с этой гигантской работой. Он предположил,

что в системе кроветворения должны участвовать клетки-предшественники, которые образуются в костном мозге и служат основой для получения разнообразных клеток крови.

Исследования Максимова позже продолжил профессор московского НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Гамалеи А.Я.Фриденштейн. В 1976 году он опубликовал сообщение о том, что при культивировании клеток, содержащихся в вытяжке костного мозга, селезенки и некоторых других тканей, они превращаются в фибробластоподобные клетки. Продолжение экспериментов показало, что из таких первичных тканевых клеток могут образовываться предшественники жировых клеток и остеоцитов. Стволовые клетки мезенхимальных тканей (то есть соединительных, костных, жировых и мышечных), из которых путем дифференцировки можно получить клетки других тканей, Фриденштейн так и назвал — мезенхимальными. Особенно важным оказалось то, что стволовые клетки-предшественники могут превращаться не только в клетки крови, но и в клетки других тканей. Дело в том, что мезенхимальные стволовые клетки, в отличие от кроветворных, способны прилипать к поверхности и образовывать сообщества, дающие начало тканевым структурам.

Одновременно с Фриденштейном британский ученый Роберт Эдвардс (позднее получивший известность совместными с Патриком Степто работами по экстракорпоральному оплодотворению, которые в 1978 году привели к рождению Луизы Браун — первого ребенка из пробирки. — *Примеч. ред.*) изучал свойства стволовых клеток эмбриональной ткани. В 1968 году он вместе со своим учеником Ричардом Гарднером ввел стволовые клетки эмбрионов крысы развивающимся зародышам мыши, вырастив первое животное-химеру. В конце 80-х годов в нескольких лабораториях были выделены и исследованы стволовые клетки различных тканей человека, а в самом конце XX века в США получены поддерживаемые культуры стволовых клеток эмбриональной ткани приматов (Джеймс Томсон и соавт.).

В настоящее время известны следующие источники стволовых клеток человека:

1. Стволовые клетки тканей плода (плюрипотентные, то есть способные превращаться в ткани — производные любого из зародышевых слоев, в отличие от большинства мультипотентных стволовых клеток взрослого организма, возможности которых ограничены):

— клетки опухоли — эмбриональной карциномы, которые при культивировании превращаются в стволовые;

— эмбриональные герминальные клетки (то есть такие, из которых получаются половые клетки взрослого организма);

— эмбриональные стволовые клетки (получаемые из внутренней клеточной массы бластоцисты).

2. Стволовые клетки взрослого организма (соматические):

— кроветворные;

— стромальные (мезенхимальные);

— мышечные;

— нейральные;

— эпидермальные и др.

Активнее всего исследуются кроветворные и эмбриональные стволовые клетки. В то же время довольно много стволовых клеток обнаруживается в составе жировой ткани взрослого человека (об этом интересном факте мы еще поговорим подробнее).

В опытах на животных было показано, что при введении стволовых клеток в организм они сами находят пути к больному органу и, встраиваясь в его ткани, восстанавливают и его структуру, и функции. Поразительные результаты получены на животных, перенесших инфаркт миокарда или ишемию головного мозга и получавших лечение эмбриональными стволовыми клетками. Стволовые клетки способны трансформироваться также в клетки печени, поджелудочной железы и других органов. Складывалось впечатление, что они могут стать незаменимым материалом для «ремонта» организма при любых видах заболеваний.

Казалось, существует только одна проблема — в источнике «материала» для ремонта. В эмбриональных тканях человека стволовых клеток очень много. Но уже к 20 годам жизни их количество уменьшается до одной на 10 000, а к 50 годам — до одной на 500 000 клеток. К преклонному возрасту, когда люди главным образом и нуждаются в лечении, стволовых клеток в организме уже практически не остается. Таким образом, возникает вопрос о том, где взять эти клетки.

Применение эмбриональных тканей животных едва ли решит этот вопрос. Безоговорочный успех омолаживания с помощью пересадки половых органов или экстрактов тканей молодых животных существовал лишь в научно-фантастической литературе (см. «Собачье сердце» М.А.Булгакова), и современная наука скептически относится к подобным перспективам.

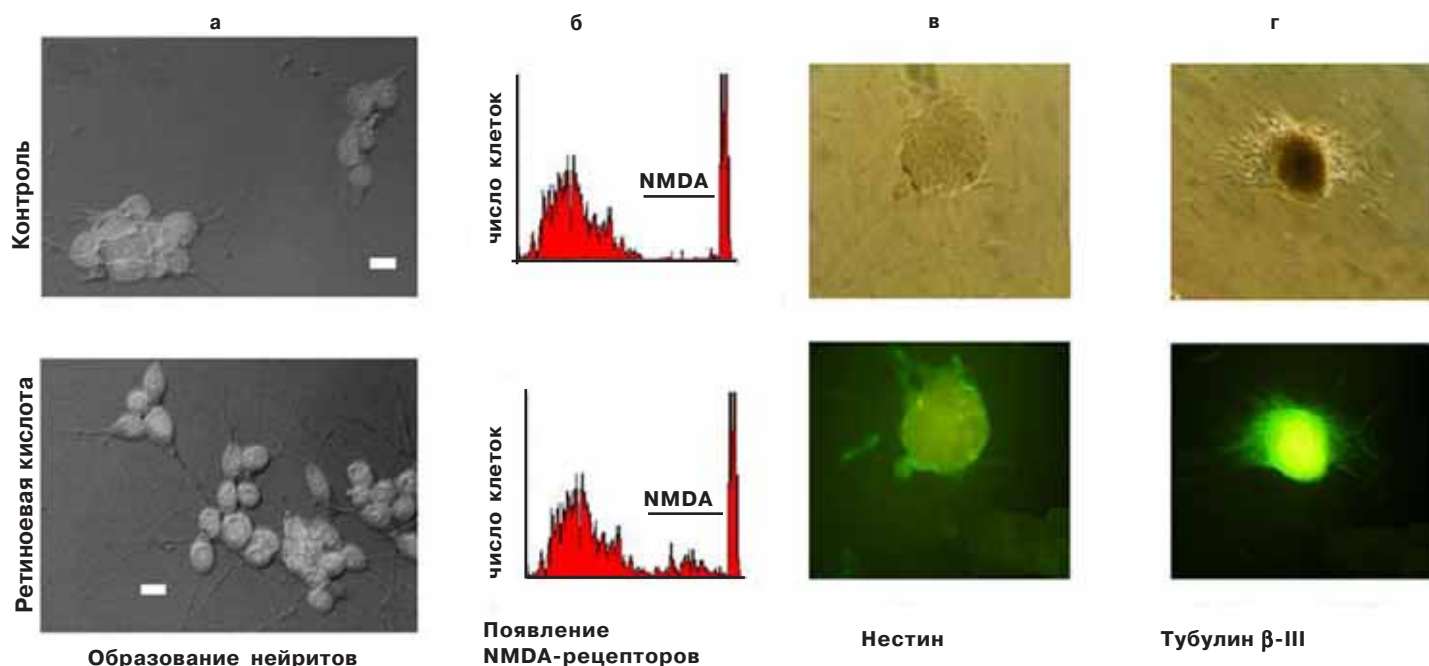
Для получения «человеческих» стволовых клеток можно использовать пуповинную кровь, собираемую при родах. Недавно продемонстрировано наличие стволовых клеток в менструальной крови. Источником этих клеток может быть и абортный материал (человеческие эмбрионы), но этот вариант сопряжен с понятными нравственными проблемами. Попавшие в прессу разрозненные сообщения о неэтичных действиях сотрудников некоторых клиник стали одной из причин, по которой Конгресс США наложил запрет на все исследования стволовых клеток в государственных учреждениях Соединенных Штатов. Опыт, однако, показал, что этот запрет тормозил развитие исследований, но не решал этических проблем, так что с приходом в администрацию США нового президента Барака Обамы запрет был снят. Исследование стволовых клеток и создание протоколов их использования для лечения пациентов интенсивно финансируют как государственные, так и частные фонды Европы, Китая и Америки.

Но существуют и другие проблемы, которые нельзя преодолеть административным решением. Так, выяснилось, что введенные в организм эмбриональные стволовые клетки способны провоцировать образование опухолей. Поэтому их применение для лечения человека должно находиться под строгим контролем.

Перспективы применения стволовых клеток в медицине

Что касается нашей страны, участники недавнего научного совещания по стволовым клеткам (Москва, 2007) были единодушны: необходимо пре-





1

После того как стволовые клетки жировой ткани были активированы ретиновой кислотой, у них образовались нейриты — удлиненные отростки, типичные для нервных клеток (а), а также начали синтезироваться белки-маркеры, специфичные для нейронов, — NMDA-рецепторы (б), нестин (в), тубулин β -III (г).

Верхний ряд — контроль. Появление NMDA-рецепторов в части клеток показывают новые пики флуоресценции (под черной горизонтальной линией), которых нет в контроле, а появление нестина и тубулина продемонстрировано с помощью флуоресцентно меченных антител против этих белков

одолеть отставание, развивать исследования стволовых клеток и разрабатывать безопасные протоколы для лечения различных заболеваний человека (особенно тех, в отношении которых медицина пока бессильна), но все это должно происходить под контролем специальных этических комитетов. В последнее время академики В.Н.Покровский, В.А.Ткачук, В.Н.Смирнов, Н.П. Бочков возглавили различные направления исследований стволовых клеток и доказывают необходимость строгого контроля, осуществляемого специалистами, — как лабораторных исследований, так и применения стволовых клеток в лечении различных болезней. С 2004 года в нашей стране издается специальный научный журнал «Клеточные технологии в биологии и медицине», где публикуются результаты исследования стволовых клеток.

Возможность практического применения стволовых клеток впервые была продемонстрирована в 50-х годах XX века, когда группа немецких ученых сообщила, что с помощью трансплантации костного мозга как источника стволовых клеток можно спасти животных, получивших смертельную дозу радиоактивного облучения. Позже А.Кохер с соавторами (Университет Колумбии) продемонстрировали, что введение крысам с эксперименталь-

ной ишемией миокарда кроветворных стволовых клеток человека предотвращает отмирание кардиомиоцитов в зоне повреждения, а Бенджамин Рейбинофф с соавторами (университетская больница Хадасса в Иерусалиме) показали, что при трансплантации эмбриональных стволовых клеток человека в желудочек головного мозга мыши они дифференцируются в нейроны.

Осторожные исследователи пока не выходят за пределы эксперимента, но уже наметились впечатляющие успехи. В лаборатории академика РАН и РАМН В.А.Ткачука в МГУ имени М.В.Ломоносова изучается возможность применения стволовых клеток для стимуляции роста сосудов. Сотрудники Ткачука показали, что прорастание сосудов в ткани, нуждающиеся в улучшении кровоснабжения, резко ускоряется благодаря стволовым клеткам. Возможно, это упростит многие проблемы, возникающие при пересадке органов и тканей, например поможет обеспечить скорейшее создание общего кровеносного русла пересаженного органа с организмом пациента.

Накопленный к концу XX века экспериментальный материал позволил надеяться на успешное применение стволовых клеток для лечения таких тяжелых болезней, как цирроз печени, гепатиты, инсульты, сахарный

диабет, псориаз, рассеянный склероз, болезнь Альцгеймера, паркинсонизм, хорея Гентингтона, наследственные болезни крови и лимфопролиферативные заболевания, иммунодефицитные состояния, некоторые врожденные нарушения метаболизма. Разрабатываются подходы к использованию стволовых клеток в терапии аутоиммунных заболеваний, ревматоидного артрита, системной красной волчанки, а также заболеваний сердечно-сосудистой системы. В Интернете появились сообщения, что скоро должно завершиться клиническое испытание протокола использования стволовых клеток для лечения системной красной волчанки — не поддающегося излечению аутоиммунного заболевания. Насколько строго проводились исследования, можно будет убедиться после публикации данных в медицинской печати.

В нашей стране уникальный опыт применения стволовых клеток для лечения пациентов с различными патологиями накоплен в Центре акушерства, гинекологии и перинатологии МЗ РФ имени В.И. Кулакова. Эти пионерские работы начал академик РАМН Г.Т.Сухих еще 15 лет назад, когда он был руководителем отдела (в настоящее время он директор центра). Работа ведется в трех направлениях: терапия пациентов с глубокими нарушениями обмена при циррозе печени вследствие алкоголизма, терапия женщин с истощенной функцией яичников (неизлечимое бесплодие) и гипоксического (в том числе травматического) поражения тканей мозга. В этих клинических испытаниях, проводимых под контро-

лем ученого совета и Этического комитета центра, применяются, как правило, аллогенные (то есть не принадлежащие самому пациенту) стволовые клетки — по мнению Г.Т.Сухих, эти клетки, получаемые из абортивного материала, обладают наибольшей силой воздействия и в то же время наименее опасны в отношении индукции онкологических процессов. О работах Г.Т.Сухих можно прочитать в его совместной монографии с В.С.Репиным (Репин В.С., Сухих Г.Т. Медицинская клеточная биология. М.: БЭБиМ, 1998).

Как восстанавливать нервные клетки

Достижения нейробиологии конца XX века развеяли два крупных заблуждения, относящихся к работе мозга. Считалось, что нервные клетки не способны к регенерации и что взрослый мозг не содержит стволовых клеток. Оба эти утверждения в настоящее время не кажутся абсолютной истиной (интересующихся отсылаем к книге О.А.Гомазкова «Нейротрофическая регуляция и стволовые клетки мозга», М.: Икар, 2006). Трудно сказать, потому ли «нервные клетки не восстанавливаются», что среди них нет стволовых, но нельзя исключить, что стволовые клетки могли бы способствовать восстановлению деятельности мозга, поврежденного окислительным стрессом.

Окислительный стресс — это нарушение снабжения тканей кислородом, при котором скорость накопления активных радикальных соединений (радикалов кислорода, азота и хлора) превышает скорость их нейтрализации. Окислительному стрессу посвящена обширная научная и популярная литература, в которой отмечается, что ткани мозга особенно чувствительны к окислительному стрессу. Среди причин и легкая окисляемость липидных молекул, входящих в состав мембран клеток мозга, и дефицит систем антиоксидантной защиты, и накопление кислых продуктов обмена глюкозы (ацидоз) в условиях дефицита кислорода. Парадокс в том, что всплеск продукции свободных радикалов при окислительном стрессе может иметь и приспособительное значение — повышение уровня радикалов до некоторого порога помогает мозгу адаптироваться к стрессу (см. об этом статью одного из авторов в журнале «Успехи физиологических наук», 2003, 34 (3)). Но превышение порога оказывается губительным для нейронов.

Бесконтрольное развитие окислительного стресса в мозгу приводит к ишемическому поражению ткани — инсульту, вызывающему гибель клеток и утрату функций высшей нервной деятельности. Инсульт стоит на первом месте среди причин инвалидизации пациентов. В большинстве случаев перенесенный инсульт ограничивает жизненные ресурсы и возможности интеллектуальной деятельности. Однако известно немного примеров, когда после глубокого инсульта больной возвращался к полноценной активности, — так, композитор Альфред Шнитке, перенес инсульт, продолжал сочинять замечательную музыку.

Инсульт — не единственное трудноизлечимое заболевание мозга, протекающее на фоне окислительного стресса: он характерен и для болезни Альцгеймера, болезни Паркинсона, хореи Гентингтона. А последняя, кроме того, развивается на фоне тяжелейшего дефицита энергии, обусловленного нарушениями синтеза АТФ в митохондриях тканей мозга. Понятен интерес исследователей к применению клеточной терапии для лечения нейродегенеративных заболеваний.

Но сначала необходимо решить фундаментальные проблемы. Могут ли стволовые клетки в принципе оказаться полезными? Если да, то как их доставить в поврежденный мозг через гематоэнцефалический барьер? Будут ли они действовать по принципу заместительной терапии, беря на себя функции погибших нейронов (и кто в таком случае сообщит им информацию, исчезнувшую с гибелью утраченных клеток)? Или они обеспечат стимуляцию деления и роста собственных клеток пациента, оставшихся в живых, но подавленных перенесенным стрессом? Если при этом они будут влиять на собственные нейрональные клетки пациента, синтезируя регуляторные факторы (факторы роста и т. д.), то, возможно, эти вещества следует идентифицировать, установить структуру и использовать для лекарственной терапии.

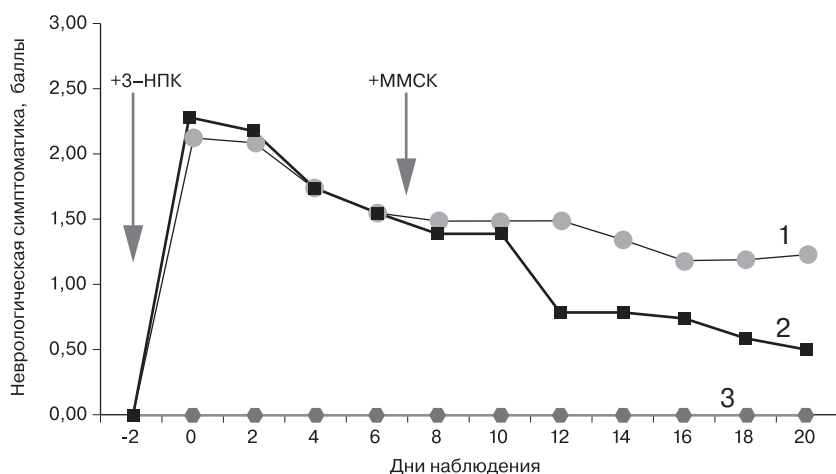


Стволовые клетки против хореи

Решению некоторых из этих вопросов посвящена программа совместных исследований, которую проводит коллектив специалистов Научного центра неврологии РАМН, ЗАО «РеМетэкс» и Международный биотехнологический центр МГУ имени М.В.Ломоносова. В качестве объекта исследования была выбрана модель, близкая хореи Гентингтона. Это наследственное нейродегенеративное заболевание человека считается одним из тяжелейших, оно практически не поддается лечению. Хорея (от греческого слова «chorea» — пляска) характеризуется произвольными, быстрыми, неконтролируемыми движениями, возникающими в различных мышцах. Диагноз «хорея Гентингтона» ставится десяти человекам из ста тысяч. Это заболевание может развиваться в любом возрасте. Его причина — гибель высокочувствительных нервных клеток, расположенных в особых отделах головного мозга — базальных ганглиях. Больные чрезвычайно плохо координируют движения, у них нарушается способность к мышлению.

Частичное моделирование этой болезни возможно при систематическом введении крысам нейротоксина 3-нитропропионовой кислоты. Этот нейротоксин вызывает стойкий окислительный стресс и гибель нейронов базальных ганглиев. В результате у грызунов развиваются симптомы, напоминающие клиническую картину хореи Гентингтона у человека.

Лечить таких животных решили стволовыми клетками, выделенными из мезенхимальной жировой ткани. В подкожной жировой ткани человека содержится на удивление много стволовых клеток, и их несложно выделить. Но самое наглядное преимущество состоит в том, что, когда наука приблизится к использованию стволовых клеток для лечения человеческих недугов, можно будет изготовить стволовые клетки для каждого индивида из его собственного



2
У крыс, получивших инъекцию 3-нитропропионовой кислоты (3-НПК), нарушается работа мозга и затем восстанавливается: 1 — без дополнительных воздействий, 2 — после однократного внутрижелудочкового введения активированных мезенхимальных стволовых клеток (ММСК). Линия 3 показывает отсутствие нарушений у контрольных животных

«материала». Таким образом, отпадут проблемы тканевой совместимости и упростятся многие этические затруднения.

Исследования проводили на лабораторных крысах, у которых вызывали подобие болезни Гентингтона внутрибрюшинным введением 3-нитропропионовой кислоты в течение недели. Перед лечением суспензию мезенхимальных стромальных стволовых клеток, полученных из жировой ткани человека, активировали по нейральному типу (то есть направляли их развитие «в сторону» нейронов), инкубируя со специальным агентом — ретиноевой кислотой. Чтобы убедиться в успешности активации, в клетках проверяли появление типичных нейрональных белков — нестина, β -тубулина и специальных глутаматных рецепторов,

участвующих в молекулярных процессах памяти (рис. 1). Эти рецепторы активируются не только глутаматом, но также его синтетическим аналогом N-метил-D-аспаратом (NMDA), поэтому они называются NMDA-рецепторами. Через пять дней инкубации стволовых клеток с ретиноевой кислотой в них действительно обнаруживались вышеперечисленные нейрональные маркеры, и их можно было вводить крысам.

Как проверить, улучшается ли состояние крысы при введении стволовых клеток? После воздействия нейротоксина у животных ярко проявлялись когнитивные расстройства, которые оценивали как по баллам специальной шкалы неврологического дефицита, так и по способности к обучению в водном тесте Морриса (по имени впервые применившего его

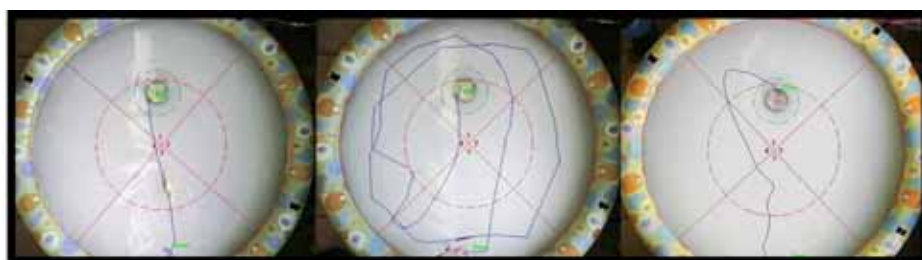
ученого Питера Морриса). В этом тесте, о котором «Химия и жизнь» уже не раз писала, оценивается способность крыс запоминать путь в бассейне к платформе, позволяющей избежать плавания. Вода специально замутнена, поэтому крыса не может увидеть платформу, ей приходится полагаться только на память. Уже побывавшие на платформе крысы запоминают путь и в следующий раз отыскивают ее более или менее быстро. Однако у животных, получавших 3-нитропропионат, память нарушена, и это выражается в удлинении времени поиска.

Крысам помогло...

Даже после однократного введения стволовых клеток грызунам их неврологическое состояние заметно улучшилось (рис. 2). Симптоматика стала менее выраженной, восстановилась способность к обучению. Улучшилась способность запоминать путь к платформе (рис. 3). Были найдены также улучшения в исследовательской активности (способность ориентироваться в незнакомом пространстве), которую анализировали в классическом тесте «открытое поле».

Более того, у крыс под влиянием лечения стала восстанавливаться форма нейронов хвостатого ядра, одного из базальных ганглиев мозга. Под влиянием токсина они вытягивались и уменьшались в размерах, а после трансплантации стволовых клеток приобретали прежние размер и форму. К тому же в исследуемой области мозга несколько возросло соотношение между нейрональными и глиальными клетками, что соответствовало улучшению энергетического снабжения нейронов (рис. 4).

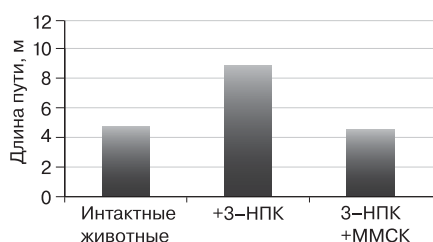
Интересно, что наши эксперименты нашли продолжение в независимых исследованиях шведских и австралийских ученых. Они показали, что стволовые клетки способны восстанавливать функцию нейронов, поврежденных чрезмерной активацией NMDA-рецепторов. Эти рецепторы имеют двойственную природу: с одной стороны, они обеспечивают протекание молекулярных процессов, лежащих в основе запоминания, а с



Контроль

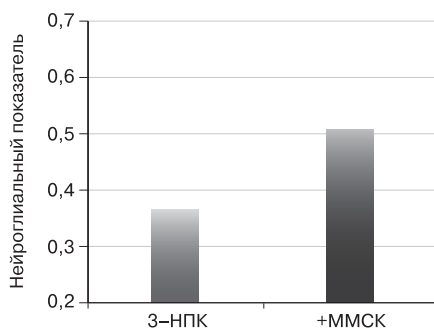
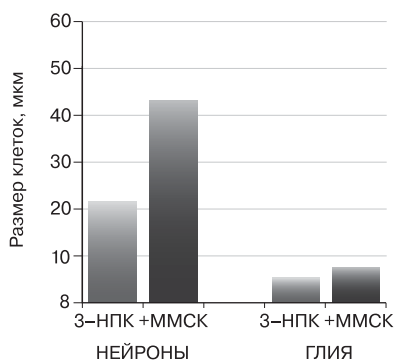
3-НПК

3-НПК+ММСК



3

В тесте Морриса крысы, получавшие 3-нитропропионовую кислоту, искали платформу под водой гораздо дольше, чем в контроле (то есть память у них была нарушена), но при введении активированных стволовых клеток из жировой ткани человека их мозговая деятельность восстанавливалась. Вверху — типичный пример пути к платформе животных каждой группы, внизу — среднее значение времени поиска платформы (3-НПК — 3-нитропропионовая кислота, ММСК — мультипотентные мезенхимальные стволовые клетки)



4

Размер клеток и нейроглиальный показатель (доля клеток глии в пересчете на одну нейрональную клетку), полученные при анализе срезов головного мозга у исследованных групп животных

другой — повышают риск развития окислительного стресса (поэтому они носят название эксайтотоксических рецепторов, от англ. excitation — возбуждение и toxicity — токсичность). Перевозбуждение рецепторов переводит нормальное функционирование нейронов на рельсы окислительного повреждения. Так вот, в этих условиях стволовые клетки защищают клетки мозга от эксайтотоксического эффекта NMDA. Заинтересовавшись этим феноменом, авторы выяснили, что протекторными свойствами обладает ранее не известный регуляторный пептид, и описали его структуру. Регулятором оказался пятичленный фрагмент, идентичный фрагменту молекулы инсулина (от 26 до 30 аминокислотных остатков), который они назвали пентинином. Весьма вероятно, что подобными защитными свойствами обладают стволовые клетки мозга не только у крыс, но и у других млекопитающих.

Конечно, эксперименты на животных — это лишь самое начало пути. До клинических испытаний метода пока очень далеко. Предстоят еще и проверка отдаленных последствий, и разработка способов введения клеток в мозг — всех проблем не перечислить. Перед началом клинических испытаний необходимо будет решить множество чисто научных проблем. Как быстро ученые с ними справятся — зависит главным образом от финансирования. У нас есть прекрасно подготовленная научная молодежь. Если мы сумеем убедить ее продолжить работу в этой области, нескольких лет будет достаточно, чтобы закрепить успехи отечественной науки и вернуть ее приоритет в медицине стволовых клеток.

Опасения и перспективы

К началу XXI века различные виды лечения с помощью стволовых клеток испытали на себе более 10 000 пациентов в мире, в подавляющем большинстве случаев — с положительным результатом. Заговорили о том, что стволовые клетки могут стать основой для принципиального решения проблемы долголетия человека.

Но были и неудачи. А ученых должны настораживать даже отдельные примеры такого рода, поскольку за ними стоят человеческие жизни. На взгляд специалистов, безудержная реклама нового вида лечения слишком рано стимулировала использование стволовых клеток в практической медицине. Не накоплено достаточной экспериментальной базы, не апробированы протоколы лечения, нет материала по возможным отдаленным последствиям в экспериментах на лабораторных животных.

Самым безопасным и не требующим долговременных исследований казалось применение стволовых клеток в косметологии. Однако программа «Стволовые клетки в эстетической медицине», хотя и широко рекламируется в Интернете, грешит той же поспешностью, с которой мы пытаемся преодолеть отставание от Запада, пока что весьма заметное. Вот лишь один пример. В Екатеринбурге в 2002 году на базе фирмы «Версаль» было проведено испытание сертифицированного Минздравом России препарата фибробластов, выращиваемых в культуре *in vitro* (первоначальным их источником была пуповинная кровь человека). Результаты казались весьма положительными, и многие именитые пациенты (артисты, общественные и политические деятели) прибе-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

жали к помощи быстро возникающих косметических клиник, использующих стволовые клетки. Однако широкое применение этих услуг невозможно рекомендовать не только из-за их высокой цены. Слишком хорошо известны неудачные опыты лечения, испортившие судьбу и внешний вид нескольким персонам, чьи имена на слуху у общественности.

На наш взгляд, применение стволовых клеток для лекарственной терапии пока еще находится в области риска. Необходимы исследования, которые должны обезопасить пациента от случайностей, попутных осложнений, отдаленных последствий. Но остановить применение стволовых клеток не удастся. Все, что придумывало человечество, рано или поздно находило практическое применение — от ядерной энергии до модификации генома. Задача научного сообщества состоит в том, чтобы обеспечить этический контроль использования новых технологий и тем самым обезопасить науку от коммерческого давления.

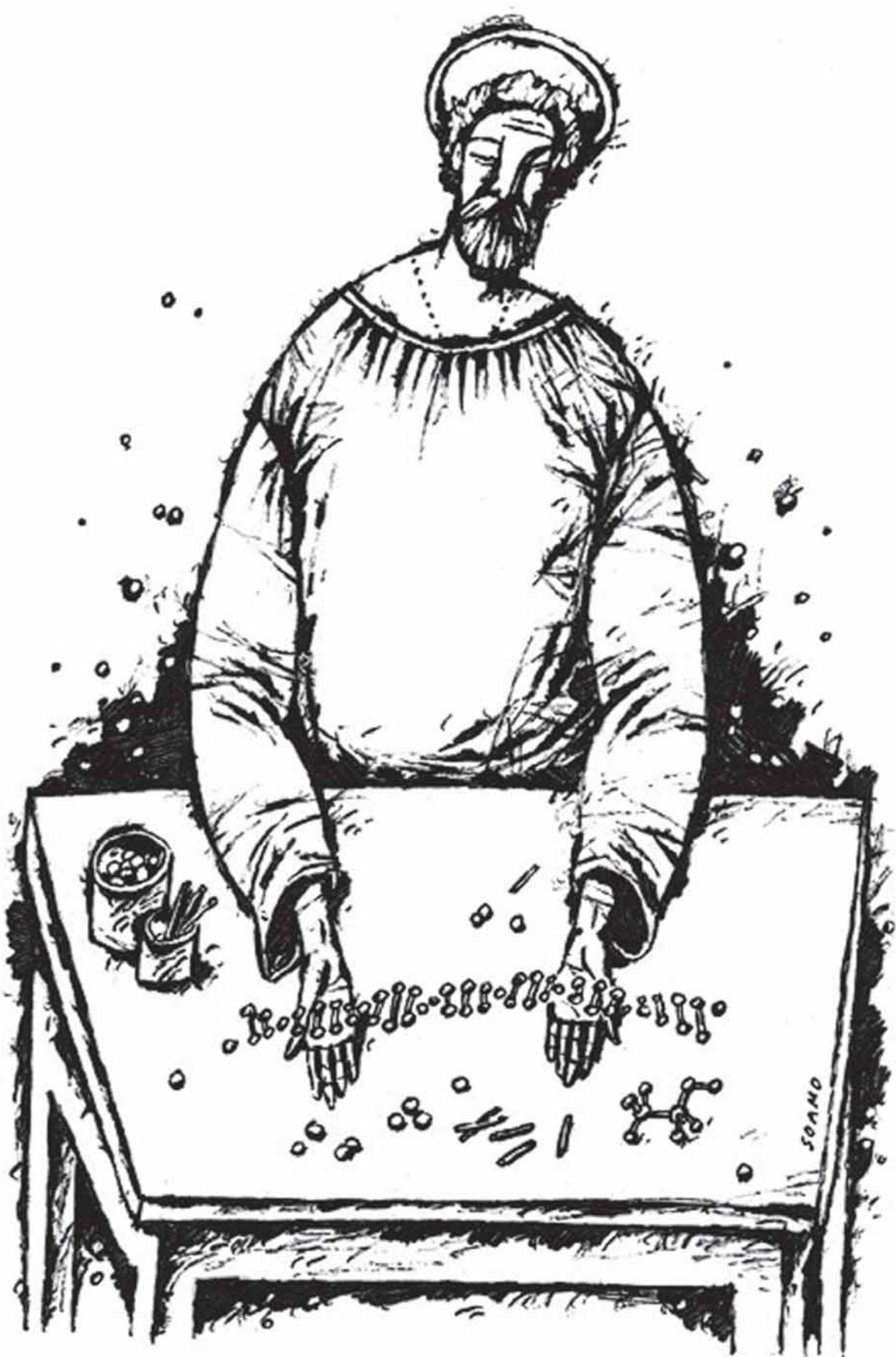
Что еще можно прочитать о дифференцировке стволовых клеток в нейроны:

Введение в молекулярную медицину (под редакцией **М.А.Пальцева**). М.: Медицина, 2004.

Куликов А.В. и соавт. Экспрессия NMDA-рецепторов в мультипотентных стромальных клетках жировой ткани человека в условиях дифференцировки, индуцированной ретиноевой кислотой. «Клеточные технологии в биологии и медицине», 2007, № 4, с.216—220.

Faijerson J. et al. Adult neural stem/progenitor cells reduce NMDA-induced excitotoxicity via the novel neuroprotective peptide pentinin. *Journal of Neurochemistry*, 2009, т. 109, с. 858—866.

Tkachuk V.A. et al. Regulation of arterial remodeling and angiogenesis by urokinase-type plasminogen activator. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 2009, т. 87, с. 231—251.



Доказательство Бога



Фрэнсис Коллинз

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Публикация в нашем журнале фрагментов из книги Ричарда Докинза «Бог как иллюзия» (2009, № 1) породила множество читательских откликов. Кто-то осуждал нас за эту публикацию, жесткую и агрессивную, а кто-то благодарил за знакомство с интересным человеком и его книгой, которую захотелось прочитать. Понятно, что в дискуссии о соотношении и взаимодействии науки и религии точка зрения Докинза не единственная. И сегодня, следуя традициям нашего журнала, мы хотим познакомить вас с другой, принадлежащей известному ученому, генетику, руководителю международного некоммерческого проекта «Геном человека» — Фрэнсису Коллинзу. Мы публикуем фрагменты из его книги «Доказательство Бога. Аргументы ученого» (перевод с английского М. Сухановой, М.: Альпина нон-фикшн, 2008, 2009; ее можно купить в магазинах или через Интернет). Мы очень советуем прочитать целиком и эту книгу, ведь именно знакомство с разными точками зрения помогает нам соотнести свою позицию с другими, откорректировать ее и расширить представление о мире. Добавим, что в 2009 году Коллинз основал некоммерческую организацию «BioLogos», в которой работают верующие ученые и задачей которой объявлено прекращение войны между наукой и религией. На сайте этой организации (<http://biologos.org>) читатели, владеющие английским языком, могут ознакомиться с ответами на каверзные вопросы атеистов и верующих, которые предлагает теистический эволюционизм. Наверняка не всем эти ответы покажутся исчерпывающими, но узнать их полезно.

Из введения

Теплым летним утром спустя всего полгода после начала нового тысячелетия человечество шагнуло в новую эру. Сообщение о событии исключительной важности облетело мир и попало практически во все газеты: получен первый вариант расшифровки генома человека — инструкции, описывающей наше с вами устройство.

Геном человека — это совокупность всех ДНК нашего вида, наследственный код жизни. В расшифрованном виде он представлял собой текст, записанный загадочным четырехбуквенным алфавитом и насчитывающий около 3 млрд. знаков. Чтение этого текста со скоростью одна буква в секунду заняло бы 31 год, если бы продолжалось без перерыва день и ночь, а для печати обычным шрифтом на бумаге понадобилась бы стопка листов высотой с монумент Вашингтона — настолько огромен объем информации, содержащейся в каждой клетке нашего тела. Проект по ее раскрытию занял более десяти лет.

Торжественная церемония, посвященная успешному завершению работ, проходила в Восточном зале Белого дома; рядом с президентом Биллом Клинтоном стояли я, руково-

дитель международного некоммерческого проекта «Геном человека», и Крейг Вентер, глава конкурирующей частной компании, проводившей аналогичные исследования. Премьер-министр Великобритании Тони Блэр был связан с нами по спутниковому каналу, и торжества проходили одновременно во многих частях света.

Президент начал свою речь со сравнения составленной нами карты генома человека и той карты земель, которую почти двести лет назад развернул в этом самом зале знаменитый путешественник Мариуэзер Льюис перед президентом Томасом Джефферсоном. «Без сомнения, — сказал Клинтон, — это самая важная и самая дивная карта, какую когда-либо составляло человечество». Но более всего привлекла общее внимание та часть его речи, где он перешел от научного значения нашего проекта к его духовному аспекту. «Сегодня, — произнес он, — мы изучаем язык, посредством которого Бог создал жизнь. И мы испытываем еще большее благоговение перед сложностью и дивной красотой драгоценнейшего и священнейшего из Его даров».

Не оттолкнуло ли меня, ученого-естествоиспытателя, то, что лидер свободного мира в момент величайшего торжества науки делает заявление откровенно религиозного характера? Не нахмурился ли я неволью, не уставился ли в пол? Вовсе нет. В действительности в лихорадочные дни, предшествовавшие церемонии, я работал в тесном контакте с референтом Клинтона и от всей души приветствовал включение в речь этих слов, а в своем ответном выступлении откликнулся на них так: «Сегодня счастливый день для всего мира. Смирением и благоговением наполняет меня сознание того, что мы впервые сумели заглянуть в инструкцию, по которой сотворены и которая до сих пор была известна одному лишь Богу».

<...> Такое сочетание переживаний многих озадачит — ведь обычно считается, что настоящий ученый не может всерьез верить в сверхъестественное. Эта книга написана с целью опровергнуть подобные представления и показать, что вера в Бога может быть результатом сознательного выбора в рамках рационализма, а ее принципы фактически дополняют те, на которые опирается наука.

<...> Оставляют ли современные знания в области космологии, эволюции и генетики возможности для богатого и гармоничного сочетания между научным и религиозным мировоззрением? Таков центральный вопрос этой книги, и я отвечаю на него решительным «да!». По моему мнению, здесь нет конфликта, можно одновременно быть ученым-естествоиспытателем, строго придерживающимся научных методов, и верить в Бога, интересующегося каждым из нас лично. Сфера науки — исследование природы, сфера Бога — духовный мир, в котором бессильны инструменты и язык науки. Этот мир нужно изучать сердцем, умом, душой — и ум должен найти способ охватить обе сферы.

<...> Наука — единственный надежный путь познания природы, и ее инструменты при правильном применении позволяют нам глубоко проникать в суть материи. Но почему возникла Вселенная? В чем смысл человеческого существования? Что случается с нами после смерти? Поиск ответов на такого рода вопросы — одно из главных побуждений челове-

чества, и здесь наука сама по себе нам не поможет. Чтобы охватить своим пониманием зримое и незримое, мы должны соединить мощь двух подходов — научного и религиозного. Моя цель — исследовать путь к трезвой и интеллектуально честной интеграции этих позиций. <...>

БиоЛогос

Когда я оканчивал школу, отец одного из моих соучеников, помощник священника в местной пресвитерианской церкви, собрал нас, непоседливых подростков, и предложил всерьез подумать над тремя важнейшими вопросами предстоящей жизни. (1) Чем ты будешь заниматься? (2) Какую роль будет играть в твоей жизни любовь? (3) Каковы будут твои отношения с религией? На эти вопросы, заданные с неожиданной для всех нас прямоотой, я честно ответил: (1) химией, (2) чем больше, тем лучше, (3) не собираюсь иметь с ней ничего общего, — и ушел с ощущением неясного беспокойства.

Двенадцать лет спустя я вновь обратился к вопросам 1 и 3. Долгий извилистый путь, пролежавший через химию, физику и медицину, вывел меня к медицинской генетике — области, где мне удалось соединить любовь к научным изысканиям и математической строгости со стремлением помогать людям. Одновременно я осознал, что доводы в пользу Бога намного убедительнее, чем в пользу атеизма, которого я ранее придерживался, и впервые в жизни стал постигать некоторые из вечных истин Библии.

<...> Необходимость найти гармонию мировоззрений внутри себя возникла лишь тогда, когда исследование геномов — человека и ряда других обитателей планеты — начало приносить богатейшие и подробнейшие данные о том, как именно происходило постепенное развитие разных форм жизни от общего предка. Эти доказательства родства между всеми живыми существами не тревожили меня, а заставляли испытывать еще большее благоговение перед грандиозным замыслом Всевышнего: это Он вызвал из небытия Вселенную и установил ее физические параметры так, чтобы могли появиться звезды, планеты, тяжелые химические элементы и сама жизнь. Не зная в то время принятого названия — теистический эволюционизм, — я принял этот синтез, и он до сих пор представляется мне в высшей степени удовлетворительным.

Дарвинизму, креационизму и теории разумного замысла (разумный замысел, англ. intelligent design — один из ключевых элементов научного креационизма, согласно которому определенные признаки Вселенной и жизни лучше всего объяснимы разумной первопричиной и не могли возникнуть вследствие неуправляемых процессов, таких, как естественный отбор. — *Примеч. ред.*) посвящена обширнейшая литература, занимающая в библиотеках целые полки, а о теистическом эволюционизме известно лишь немногим, причем как среди ученых, так и среди верующих. <...>

Однако среди серьезных биологов, не менее серьезно относящихся и к своей вере, преобладает именно теистический эволюционизм. Его придерживались и Эйса Грей, главный пропагандист дарвиновских идей в США, и Феодосий Добржанский, один из отцов эволюционного мышления XX века. Эту точку зрения разделяют многие индуисты, мусульмане, иудеи и христиане; в частности, ее высказывал папа Иоанн Павел II.

<...> Варианты учения теистического эволюционизма несколько различаются в деталях, но основные положения в большинстве случаев совпадают. Перечислю их.

1. Вселенная возникла из небытия около 14 млрд. лет назад.
2. Несмотря на исключительно малую вероятность именно такого их соотношения, наблюдаемые параметры Вселенной точно настроены на то, чтобы обеспечить возможность жизни.
3. Конкретный механизм возникновения жизни на Земле остается неизвестным, но после того, как она появилась, раз-

витие разнообразных и сложных форм происходило за счет эволюции и естественного отбора в течение очень длительных периодов времени.

4. Раз начавшись, эволюция не нуждалась в сверхъестественном вмешательстве.

5. Люди — результат эволюции, они произошли от того же предка, что и человекообразные обезьяны.

6. Но люди обладают также уникальными свойствами, которые не могут быть объяснены в рамках теории эволюции и указывают на нашу духовную сущность. Таковы Нравственный закон (знание добра и зла) и поиск Бога, присутствовавшие во всех культурах в истории человечества. (Предлагаемые эволюционистами обоснования «добрых», то есть альтруистических, поступков автор считает недостаточными. — *Примеч. ред.*)

Приняв эти шесть постулатов, получаем убедительный, интеллектуально удовлетворительный и логически непротиворечивый синтез. Бог, не ограниченный пространством и временем, создал Вселенную и установил управляющие ею законы природы. Чтобы населить эту Вселенную, которая в противном случае осталась бы безжизненной, Он использовал механизм эволюции, благодаря которой образовались всевозможные виды микроорганизмов, растений и животных. И — самое замечательное — Бог намеренно выбрал тот же механизм и чтобы вызвать к жизни особые существа, обладающие разумом, знанием добра и зла, свободной волей и желанием взаимодействовать с Ним. Причем Он заранее знал, что эти существа в конечном счете пожелают нарушать Нравственный закон.

Такое представление полностью совместимо как со всем тем, что говорят о нашем мире естественные науки, так и с учениями великих монотеистических религий. Теистический эволюционизм не претендует, конечно, на доказательство реальности Бога: невозможно полноценно доказать с помощью логических доводов, что Бог есть, — в это необходимо уверовать. <...>

Естественно, против теистического эволюционизма выдвигался ряд возражений. Но прежде всего резонно спросить: если это такой удачный синтез, почему он признан лишь немногими? Начнем с того, что его просто-напросто мало знают. Известные люди, придерживающиеся данной концепции, крайне редко выступают с рассказами о ней и о том, как она может разрешить нынешние споры между наукой и религией. В научном сообществе многие приверженцы теистического эволюционизма неохотно говорят о своих взглядах, опасаясь негативной реакции собратьев-ученых или, может быть, критики с богословских позиций.

Что же касается религиозных деятелей, то они, как правило, недостаточно разбираются в биологической науке, чтобы уверенно стоять за теистический эволюционизм, выдерживая мощный натиск креационистов и сторонников теории разумного замысла. <...>

Возможно, непопулярность теистического эволюционизма в значительной мере связана с таким тривиальным обстоятельством, как ужасный термин. Те, кто не изучал специально богословие, часто слабо представляют себе значение слова «теист», тем более — «теистический»; соответственно им непонятно, какая модификация дарвиновской теории имеется в виду. <...>

Увы, многие существительные и прилагательные, способные выразить богатство синтеза веры и науки, уже вошли в состав терминов, имеющих другое значение. Чтобы не было путаницы, приходится избегать таких слов, как «творение», «разумный», «фундаментальный», «замысел». Может, стоит придумать что-то совершенно новое? Неологизм «креволюционизм», наверное, все-таки нежелателен. Мое скромное предложение — назвать теистический эволюционизм «Био-Логос», от греческого bios — жизнь, и logos — слово. Для мно-

гих верующих Слово — синоним Бога, как то сказано в знаменитом первом стихе Евангелия от Иоанна: «В начале было Слово, и Слово было у Бога, и слово было Бог». Поэтому термин «БиоЛогос» выражает веру в то, что Бог — источник всей жизни и жизнь выражает волю Бога.

Парадоксальным образом БиоЛогос незаметен еще и в силу той самой гармонии, которую он создает между, казалось бы, непримиримыми началами. Наше общество, по-видимому, более интересуется конфликтами, чем гармонией. Отчасти в этом виноваты СМИ, но они лишь выполняют заказ. <...>

Ученому-атеисту представляется, что БиоЛогос — это очевидной «Бог пробелов», навязывание божественного присутствия там, где оно совершенно не нужно. Но это неверно. БиоЛогос — вовсе не попытка законопатить с помощью Бога щели в нашем понимании природы. Бог привлекается, чтобы ответить на вопросы, которыми наука не занималась и заниматься не собирается. <...> БиоЛогос не претендует на статус научной теории. Его истинность может быть проверена только духовной логикой сердца, сознания и души.

Впрочем, большинство возражений исходит от верующих — у них не укладывается в сознании, что Бог мог воспользоваться для творения таким инструментом, как дарвиновская эволюция — откровенно беспорядочным, потенциально безжалостным, да и неэффективным. В конце концов, рассуждают они, по словам эволюционистов, процесс развития полон случайностей, и его результаты нельзя было предсказать заранее. <...>

Совместимо ли это с представлением о сотворении людей «по образу Божию» (Бытие, 1:27)? Думается, данное выражение не следует толковать в смысле физической анатомии — скорее всего, образом Божиим является не тело, а сознание. Есть ли у Бога ногти на ногах? А пупок?

Но разве Бог мог так рисковать? Если эволюция носит случайный характер, как Ему удавалось реально управлять ею? И откуда Он вообще знал, что в результате получатся разумные существа?

Ответ на самом деле очевиден, если только перестать применять к Богу человеческие ограничения. Коль скоро Бог находится вне природы, то, тем самым, вне времени и пространства. Это значит, что будущее могло быть известно Ему во всех подробностях уже в момент сотворения Вселенной; Он знал строение звезд, планет и галактик, всю химию, физику, геологию и биологию, которая привела к развитию жизни на Земле вплоть до человека, — включая вас, мой читатель, — и далее. В таком случае эволюция одним лишь нам представляется случайным процессом, а с точки зрения Бога, ее исход был вполне определенным. В этом смысле Бог мог во всей полноте и глубине участвовать в сотворении каждого из видов, тогда как, с точки зрения людей, подвластных времени, их развитие выглядит случайным и неуправляемым.

Итак, мы, по-видимому, разобрались с возражениями относительно роли случайности в появлении людей на нашей планете. Остается еще один камень преткновения, второстепенный, впрочем, для большинства верующих, — это очевидное противоречие между тезисами об эволюции и важными священными текстами. <...> Прочитую слова Феодосия Добржанского (1900—1975), выдающегося ученого, который принадлежал к русской православной церкви и придерживался теистического эволюционизма: «Творение — не событие, произошедшее в 4004 году до н. э.; это процесс, который начался около 10 млрд. лет назад и продолжается до сих пор... Приходит ли эволюционное учение в противоречие с религиозной верой? Нет. Было бы грубой ошибкой принимать Священное Писание за учебник элементарной астрономии, геологии, биологии и антропологии. Конфликты — воображаемые и неразрешимые — могут возникать лишь тогда, когда символы интерпретируются в смысле, который не имелся в виду».



РАЗМЫШЛЕНИЯ

<...> Учитывая неопределенность интерпретации некоторых мест Писания, стоит ли верующим настаивать на их буквальном понимании в споре об эволюции, в своей оценке значимости науки, даже в самой своей вере? Конечно, многие не менее искренне верующие люди с этим не согласятся, как не соглашались и задолго до рождения Дарвина и выхода его «Происхождения видов». И все же я не думаю, что Бог, создавший всю Вселенную и общающийся со своим народом посредством молитвы и духовного откровения, желает от нас такого доказательства любви к Нему, как отречение от очевидных истин, открытых нам наукой.

Поэтому теистический эволюционизм, или БиоЛогос, представляется мне наиболее удовлетворительным с обеих сторон решением вопроса о соотношении науки и веры. Он не может ни устареть, ни оказаться несостоятельным в свете новых открытий. Он строго логичен, дает ответы на многие вопросы, которые невозможно разрешить иными способами, и позволяет науке и вере укреплять друг друга, как две прочные колонны, поддерживающие здание Истины.

В двадцать первом веке в обществе, где все более возрастает роль технологий, идет непрерывная битва за сердца и умы людей. Многие материалисты, с торжеством отмечая прогресс науки и то, как она заполняет пробелы в наших знаниях о природе, объявляют веру в Бога устарелым предрассудком, от которого лучше отказаться. Многие верующие со своей стороны убеждены, что истина, постигаемая духовным зрением, ценнее происходящей из любых других источников, а значит, прогресс науки и техники — вещь опасная и ненадежная. Непримируемость спорящих растет, голоса спорящих звучат все пронзительнее.

Повернемся ли мы спиной к науке из-за того, что она воспринимается как угроза Богу, откажемся ли от того расширения наших знаний о мире, которое она обещает, от применения полученных знаний для облегчения страданий и совершенствования природы человека? Или, может быть, мы отвернемся от веры, решим, что наука сделала ненужной духовную жизнь и теперь вместо традиционных религиозных символов на алтарях нужно вырезать изображение двойной спирали?

Оба пути принципиально опасны. Оба отрицают истину. Оба умаляют достоинство людей. Бог Библии — также и Бог генома. Мы чтим его и в соборе, и в лаборатории. Его творение величественно, поразительно, немыслимо сложно — и оно не может воевать с собой. Лишь мы, несовершенные человеческие существа, способны начинать такие битвы. И только мы можем их прекращать. <...>

Ищите и обряцете

Если вы дочитали до этого места, то, надеюсь, согласны со мной, что и научное, и религиозное мировоззрения способны многое нам дать. Они предлагают разные, но взаимодополняющие пути поиска ответов на величайшие вопросы и прекрасно уживаются в сознании человека XXI века, наделенного пытливым умом.

Наука — единственный правильный метод изучения природы. Исследуется ли структура атома, устройство мирозда-

ния или последовательность ДНК в геноме человека, только научный подход позволит установить истину. Да, случается, что эксперименты с треском проваливаются или их результаты интерпретируются неверно, — в науке возможны ошибки. Но она способна к самокорректировке — никакое серьезное заблуждение не устоит против растущего объема знаний.

Тем не менее для ответа на все важные вопросы одной лишь науки недостаточно. Даже Альберт Эйнштейн видел убожество чисто натуралистического мировоззрения. Тщательно выбирая слова, он записал: «Наука без религии хрома, религия без науки слепа». Смысл человеческого существования, реальность Бога, возможность жизни после смерти и многие другие вопросы лежат за пределами досягаемости научного метода. Атеист может сказать, что на них нельзя ответить, а потому их бессмысленно задавать, но такое заявление не найдёт отклика в переживаниях большинства людей. Джон Полкинхорн убедительно показывает это, сравнивая стремление к истине с восприятием музыки. «Убожество объективизма становится предельно очевидным, если рассмотреть тайну музыки. С научной точки зрения это лишь вибрация воздуха, который ударяет по нашим барабанным перепонкам и стимулирует возбуждение нейронов нашего головного мозга. Как получается, что эта банальная последовательность кратковременных воздействий обладает властью говорить нашим сердцам о вечной красоте? Весь диапазон субъективного опыта — от восприятия розового пятнышка до растворения без остатка в звуках Мессы си-бемоль-минор и мистической встречи с невыразимой сущностью Единственного — находится в центре нашего соприкосновения с действительностью. Это истинно человеческие впечатления, и их невозможно отвергнуть как побочный продукт, как пену на поверхности Вселенной, безличной и безжизненной по своей сути».

Наука — не единственный путь познания, религиозное мировоззрение — ещё один путь, на котором можно найти истину. Ученым, отрицающим это, стоило бы подумать об ограниченности их инструментов, так замечательно показанной в притче астронома Артура Эддингтона. Представим себе человека, который решил изучать глубоководную жизнь, используя сеть с ячейками в три дюйма. Выловив массу дивных и чудовищных тварей, он пришел к выводу, что в морских глубинах не водится живность длиной менее трех дюймов. Если мы ловим свою особую версию истины в научную сеть, не надо удивляться, что нам не попадают доказательства существования Духа.

Обращение к верующим

Если вы — верующий и вас беспокоит, что наука разрушает веру, насаждая атеистическое миропонимание, то, надеюсь, эта книга убедила вас в возможности гармонии между верой и наукой. Если Бог создал всю Вселенную, имея при этом определенный план, связанный с появлением человека, если Он стремится к общению с нами — людьми и вложил в нас Нравственный закон как свидетельство Своего присутствия, вряд ли для него опасны попытки наших слабых умов понять величие Его творения.

В этом контексте наука может быть формой почитания Бога. Поистине, верующие должны стремиться к тому, чтобы быть в первых рядах охотников за новым знанием. В прошлом ведущие ученые по преимуществу верили в Бога, а в наши дни им часто бывает неловко открыто заявлять о своей вере. Проблема усугубляется тем, что многие религиозные лидеры, по-видимому, не поспевают за новыми открытиями ученых и рискуют атаковать научные воззрения, не вполне понимая факты. В результате они выставляют церковь в смешном виде и отвращают от Бога людей, искренне стремящихся к истине, вместо того, чтобы привлечь их в Его объятия. Как сказано в Книге Притчей (19:2), «нехорошо душе без знания». Это мудрое пре-

достережение для тех, кто проявляет религиозное рвение с благими намерениями, но без достаточной информации.

Верующим стоит следовать призыву Коперника, нашедшего в открытии того, что Земля вращается вокруг Солнца, повод прославить, а вовсе не преуменьшить величие Бога: «Знать чудеса Бога, постигать Его мудрость, величие и могущество; оценивать по достоинству удивительное действие Его законов — безусловно, все это должно быть радостным и достойным способом почитать Всевышнего, которому невежество не может быть приятнее знания».

Обращение к ученым

Если же вы доверяете методам научного познания, но настроены скептически по отношению к вере, сейчас вам, может быть, самое время спросить себя, что мешает установлению гармонии между двумя мировоззрениями.

Может быть, вас беспокоит то, что вера в Бога требует обращения к иррациональному, нарушения логики, даже интеллектуального самоубийства? Надеюсь, доводы, представленные в этой книге, хотя бы отчасти развеяли эти опасения и убедили вас, что атеизм — наименее рациональная из возможных позиций.

Может быть, вам отвратительно лицемерие тех, кто громкогласно заявляет о своей вере? И вновь, не забывайте, что чистая вода духовной истины содержится в ржавых сосудах, называемых человеческими существами, и поэтому неудивительно, что самые основы веры подчас жестоко искажаются. Оценивайте веру не по поведению отдельных верующих или религиозных организаций, а по вечным духовным истинам, в ней содержащимся.

Может быть, вас мучает какая-то конкретная философская проблема — например, почему милосердный Бог допускает страдание? Согласитесь, что виновники многих человеческих страданий — сами люди и что это неизбежно в мире, где человек обладает свободной волей. Поймите также, что Бог, будучи вполне реальным, может преследовать цели, отличные от наших. И хотя это трудно принять, полное отсутствие страдания, по-видимому, не способствовало бы нашему духовному росту.

Может быть, вам неприятна мысль о том, что методы науки не позволяют ответить на все важные вопросы? Это особенно характерно для ученых-естествоиспытателей — ограниченность научного познания уязвляет их интеллектуальную гордость. Но эта ограниченность — факт, его необходимо признать и усвоить, из него следует извлечь урок.

Может быть, вы просто-напросто боитесь, что обращение наложит на вас новые обязанности, заставит пересмотреть жизненные планы и поступки? Узнаю в этой реакции самого себя в период «добровольного ослепления» и могу засвидетельствовать, что осознание Божьего величия и милосердия не ограничивает вас, а наоборот, делает сильнее. Бог освобождает, а не сковывает.

Наконец, может быть, вы ни разу всерьез не задумывались о вере? В нашем современном мире многие гонятся за впечатлениями, пытаются отрицать, что они смертны, и откладывая рассмотрение вопроса о Боге на неопределенный срок до какого-то более удобного момента.

Жизнь коротка. Смертность в обозримом будущем останется стопроцентной. Открытие себя Богу может принести неслуханное духовное обогащение. Не откладывайте рассмотрение этих вечных вопросов до тех пор, пока личный кризис или преклонный возраст не заставят вас признать собственное духовное обнищание.

М.В.Ломоносов

Явление Венеры на Солнце, наблюдаемое в Санкт-Петербургской императорской академии наук



АРХИВ

Рассуждая о взаимоотношениях ученого и религии, интересно посмотреть, а что говорят на эту тему классики. Очень ясно на эту тему высказался М.В.Ломоносов в опубликованном в 1761 году докладе тиражом 200 экземпляров. Соответствующий фрагмент приводим по изданию: М.В.Ломоносов, «Избранные философские труды», Л: Госполитиздат, 1950 год.

Читая здесь о великой атмосфере около помянутой планеты, скажет кто: подумать-де можно, что в ней потому и пары восходят, сгущаются облака, падают дожди, протекают ручьи, собираются в реки, реки втекают в моря, произрастают везде разные прозябения; ими питаются животные. И сие-де подобно Коперниковой системе: противно-де закону.

От таковых размышлений происходит подобный спор о движении и о стоянии земли. Богословы западной церкви принимают слова Иисуса Навина, глава 10, стих 12, в точном грамматическом разуме и потому хотят доказать, что земля стоит.

Но сей спор имеет начало свое от идолопоклоннических, а не от христианских учителей. Древние астрономы, еще задолго до рождения Христова, Никита Сиракузянец признал дневное земли около своей оси обращение; Филилай годовое около солнца. Сто лет после того Аристарх Самийский показал солнечную систему яснее. Однако эллинские жрецы и суеврытому противились и правду на много веков погасили. Первый Клеант неко доносил на Аристарха, что он по своей системе о движении земли дерзнул подвинуть с места великую богиню Весту, всея земли содержательницу; дерзнул беспрестанно вертеть Нептуна, Плутона, Цересу, всех нимф, богов лесных и домашних по всей земли. Итак, идолопоклонническое суеврие держало астрономическую землю в своих челюстях, не давая ей двигаться, хотя она сама свое дело и божие повеление всегда исполняла. <...>

Правда и вера суть две сестры родные, дочери одного всевышнего родителя, никогда между собою в распрю прийти не могут, разве кто из которого тщеславия и показания своего мудрования на них вражду всплеплет. А благоразумные и добрые люди должны рассматривать, нет ли какого способа к объяснению и от-

вращению мнимого между ними междоусобия, как учинил вышереченный премудрый учитель наша православный церкви, которому согласуясь Дамаскин святой, глубокомысленный богослов и высокий священный стихотворец (в Опасном издании православных веры, кн. 2, гл. 6), упомянув разные мнения о строении мира, сказал: «Обаче еще же тако, еще же инако; вся божиим повелением быта же и утвердишася». То-есть: физические рассуждения о строении мира служат к прославлению божиию и вере не вредны.<...>

Василий Великий, о возможности многих миров рассуждая, пишет: «Яко же бо скудельник от того же художества тминные создав сосуды, ниже художество, ниже силу изнури: тако и всего сего содетель не единому миру соумеренную имея творительную силу, но на бесконечногубое превосходящую, мгновением хотения единым во еже быти приведе величества видимых».

Так сии великие светильники познание натуры с верою содружить старались, соединяя его снискание с богодохновенными размышлениями в одних книгах, по мере тогдашнего знания в астрономии. О если бы тогда были изобретены нынешние астрономические орудия и были бы учинены многочисленные наблюдения от мужей, древних астрономов знанием небесных тел несравненно превосходящих; если бы тогда открыты были тысящи новых звезд с новыми явлениями, каким бы духовным парением, соединенным с превосходным их красноречием, проповедали оные святыя риторы величество, премудрость и могущество божие!

Некоторые спрашивают, ежели-де на планетах есть живущие нам подобные люди, то какой они веры? Проповедано ли им евангелие? Крещены ли они в веру христову? Сим дается ответ вопросный. В южных великих зем-

лях, коих берега в нынешние времена почти только примечены мореплавателями, тамошние жители, также в других неведомых землях обитатели, люди видом, языком и всеми поведением от нас отменные, какой веры? И кто им проповедал евангелие? Ежели кто про то знать или их обратить и крестить хочет, тот пусть по евангельскому слову (не стяжите ни злата, ни сребра, ни меди при поясах ваших, ни пиры на пути, ни двоя ризу, ни сапог, ни жезла) туда пойдет. И как свою проповедь окончит, то после пусть поедет для того ж и на Венеру. Только бы труд его не был напрасен. Может быть, тамошние люди в Адаме не согрешили; и для того всех из того следствий не надобно. Многи пути ко спасению. Многи обители суть на небесех.

При всем сем христианская вера стоит непреложна. Она божиему творению не может быть противна, ниже ей божие творение; разве тем чинится противность, кои в творения божие не вникают.

Создатель дал роду человеческому две книги. В одной показал свое величество, в другой свою волю. Первая — видимый сей мир, им созданный, чтобы человек, смотря на огромность, красоту и стройность его зданий, признал божественное всемогущество, по мере себе дарованного понятия. Вторая книга — священное писание. В ней показано создателево благоволение к нашему спасению. В сих пророческих и апостольских богодохновенных книгах истолкователи и изъяснители суть великие церковные учителя. А в оной книге сложения видимого — мира сего суть физики, математики, астрономы и прочие изъяснители божественных в натуру влияющих действий суть таковы, каковы в оной книге пророки, апостолы и церковные учителя. Не здраво рассудителен математик, ежели он хочет божескую волю вымерять циркулом. Таков же и богословия учитель, если он думает, что по псалтире научиться можно астрономии или химии.





Где стояла колыбель ЖИЗНИ

Многие ученые полагают, что жизнь зародилась в океане и, выбравшись на сушу, захватила его с собой. Поэтому в крови, лимфе и внеклеточной жидкости большинства видов животных, так же, как и в океанских водах, преобладают катионы натрия. (Простейший физиологический раствор представляет собой 0,9%-ный раствор поваренной соли.) Эту точку зрения можно считать канонической, однако у нее есть противники, убежденные, что жизнь возникла в мелких континентальных озерах, то есть двигалась не из океана в глубь материков, а в противоположном направлении. Живоносные озера были солеными, но преобладал в них отнюдь не хлорид натрия.

Между калием и натрием

Представление о море как колыбели жизни активно оспаривает академик РАН Ю.В.Наточин. По мнению Юрия Викторовича, самые первые клетки — протоклетки возникли в калиевой среде. Доказательством может служить «калиевая» цитоплазма практически всех современных клеток, как прокариотических, так и эукариотических.

Безусловно, протоклетки были устроены несравненно проще нынешних, но все же имели какую-никакую мембрану — пленочку, отделяющую содержимое клетки от окружающей среды. А мембрану, даже самую простенькую, надо синтезировать и собрать, для чего протоклетка должна была располагать необходимыми для этого молекулами РНК и уметь синтезировать белки. По мнению Ю.В.Наточина, первые клетки были не в состоянии поддерживать химический состав цитоплазмы, отличный от окружающей среды, — у них еще не было для этого механизмов. Скорее всего, протоклетки заключили в простую мембрану капельку того солевого раствора, в котором плавали, и в этой капле осуществляли синтез РНК, белка и другие необходимые для жизни биохимические процессы.

Природа консервативна и, единожды создав какой-то механизм, без нужды его не меняет. Логично предположить, что синтез белка происходит в тех же или почти тех же условиях, что и 3,5 млрд. лет назад. Сейчас для синтеза белка *in vivo* и *in vitro* необходимы 5—20 мМ ионов Mg^{+2} и около 100 мМ ионов K^{+} . Именно этот оптимум катионов присутствует в клетках современных позвоночных. А ионы Na^{+} синтез белка ингибируют. Но почему, спрашивается, все ключевые внутриклеточные процессы протекают в калиевой среде, если жизнь зародилась в «морях из поваренной соли»? Очевидно, среда в колыбели жизни была не натриевой, а калиевой. И эту среду доньше сохраняют клетки всех микроорганизмов, простейших, растений и животных от моллюсков до млекопитающих: в их цитоплазме преобладают ионы калия, а ионов натрия на порядок меньше. Натриевую цитоплазму имеют только безъядерные эритроциты животных, но это исключение из тех,

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник



ГИПОТЕЗЫ

которые подтверждают правило: поскольку в эритроцитах синтез белка не происходит, концентрация калия не имеет для этих клеток решающего значения.

Оценить ионный состав среды в эпоху возникновения первых клеток позволяет палеогеохимия. Глины и их производные обладают высокой сорбционной емкостью, что дает возможность судить о соотношении катионов во внешней среде в разное время. Исследования показывают, что в глинистых породах раннего протерозоя, около 2,5 млрд. лет назад, и первой трети рифея, когда, скорее всего, формировались исходные формы животных клеток, ионы калия, как правило, доминировали над ионами натрия. А натрий начал преобладать над калием на рубеже рифея и венда, 500—600 млн. лет назад, в эпоху активной вулканической деятельности.

Следовательно, были раньше на планете «калиевые» водоемы. Поскольку глины — поверхностные породы, эти водоемы были мелкими: скорее всего, озера, а не моря. Помимо калия, они были богаты ионами магния и органическими веществами, в том числе аминокислотами и нуклеиновыми основаниями. Такой раствор солей и органики и послужил, вероятно, основой для протоплазмы первых клеток, которые начали в этом растворе синтезировать макромолекулы и удерживать их под примитивной оболочкой. Кстати, пока протоклетки не выработали механизм защиты от ультрафиолета, им приходилось как-то прятаться от солнца, потому что озонового слоя в те далекие времена еще не было.

Но что произошло потом, когда окружающая клетку среда стала натриевой, а все внутриклеточные процессы уже были отрегулированы «под калий»? Смена ионов в водоемах произошла, как мы уже говорили, благодаря активной вулканической деятельности. Вулканы засыпали все вокруг пеплом, который богат ионами натрия, и в водоемах тоже начал преобладать натрий. Чтобы не погибнуть, клеткам пришлось приспособиться к произошедшим изменениям, сохранив при этом постоянство внутренней среды, которое, согласно Клоду Бернару, служит основой свободной жизни. Приспособиться можно было двумя способами. Первый способ — окружить «калиевую» клетку прочной оболочкой, которая надежно изолирует ее от внешней среды. В этом случае, какая бы среда клетку ни окружала, ей уже не нужно заботиться о постоянстве состава цитоплазмы, она в «скафандре». По такому пути пошли предки растений.

Другая стратегия заключалась в создании такой плазматической мембраны, через которую клетка могла бы постоянно откачивать поступающие извне ионы натрия, сохраняя «калиевую» цитоплазму. Это выбор предков животных клеток. Но, раз создав натриевые насосы, клетка должна обеспечивать их работой, то есть постоянно пребывать в «натриевой» среде. Такова внешняя среда одноклеточных или многоклеточных организмов, обитающих в море, и собственная внеклеточная среда (кровь, лимфа и межклеточная жидкость) пресноводных или наземных

животных и гомойосмотических морских организмов. Процесс откачки натрия требует больших затрат энергии, но дело того стоило.

По мнению академика Наточина, именно система «калий внутри — натрий снаружи» способствовала возникновению многоклеточности и всплеску видообразования, который, кстати, имел место как раз в конце рифея, когда в водоемах изменилось соотношение Na/K. К тому времени клетка уже обзавелась достаточно сложными биологическими системами, позволившими ей создать мембранный натриевый насос, функции которого выполняет фермент Na^+ , K^+ -АТФаза. Когда этот белок взаимодействует с ионами натрия внутри цитоплазмы, он изменяет конформацию, то есть форму, образуя своего рода тоннель, по которому Na^+ проходит сквозь мембрану в межклеточное пространство. Одновременно с этим происходит связывание на поверхности мембраны ионов калия. Выпустив натрий, Na^+ , K^+ -АТФаза принимает прежнюю форму и при этом затаскивает калий внутрь клетки. На три вышедших Na^+ приходится два вошедших K^+ . (Процесс требует энергии, которую АТФаза высвобождает, расщепляя АТФ.)

Такая система не только удаляла из клеток ионы натрия, но и способствовала возникновению натрийзависимого механизма поступления в клетку определенных органических и неорганических веществ.

Наличие в плазматической мембране не только натриевых насосов, но и ионных каналов, по которым вещества поступают в клетку, способствовало также клеточной дифференцировке. Если ионные каналы располагались преимущественно в одной части мембраны, а ионные насосы — в другой, клетка становилась асимметричной. В результате она приобрела способность переносить вещества от вершины клетки к ее основанию либо в противоположном направлении, а это предтеча таких функций, как всасывание, секреция и экскреция. Благодаря различию ионного состава внутриклеточной среды по отношению к среде внешней на мембране возникает потенциал, а клетка приобретает полярность, то есть возбудимость. Так появились предпосылки для возникновения разных типов клеток: нервной, эпителиальной, железистой и других. Колонии одноклеточных клеток смогли превратиться в многоклеточные организмы с тканями, органами и системами жидкостей внутренней среды. А наличие таких жидкостей требует системы поддержания гомеостаза. Впрочем, эволюция многоклеточных — это уже другая история. А мы вернемся к древним водоемам, в которых копошились первые клетки.

Откуда в воде органика?

Протоклетки возникли тогда, когда в древних водах было уже значительное количество органических молекул. Откуда они там взялись? Этот вопрос волнует ученых даже больше, чем солевой состав первых земных водоемов. Работ, посвященных этой проблеме, не счесть. «Химия и жизнь» в последний раз писала об этом в № 5 за 2009 год. Однако тема животрепещущая, и к ней всегда есть что добавить.

Основных точек зрения на проблему две. Кто-то полагает, что первые молекулы возникли в метановой атмосфере Земли, другие же уверены, что они синтезировались «всухую» в космосе и оттуда залетели на нашу планету. Гипотеза внеземного синтеза аминокислот и нуклеиновых оснований привлекает тем, что в космосе можно запасти большое количество органики. И когда литосфера древней Земли сформировалась настолько, что на

ней могла развиваться жизнь, первый этап этого развития, образование первичного органического материала, был уже пройден. В этом случае жизнь на Земле началась не с синтеза элементарных органических молекул, а прямо со стадии образования полимеров, из которых собирались протоклетки. У этой теории много сторонников. Каких только экспериментов не ставят ученые для ее подтверждения, каких веществ не находят в открытом космосе!

Во всяком случае, на Землю ежедневно падает 50—100 т микрометеоритов, несущих различные соединения углерода. В ранний период истории нашей планеты, 4,2—3,9 млрд. лет назад метеоритный поток был на несколько порядков плотнее, чем сейчас. За 300 млн. лет интенсивной бомбардировки углистыми микрометеоритами на земную поверхность могло нападать около 10^{20} г углерода — примерно в 100 раз больше, чем нынешнее его содержание в поверхностной биомассе Земли ($\sim 10^{18}$ г).

Интересно, что частицы космической пыли не только служат «подложкой» для химических реакций и переносчиком их продуктов на Землю, но и защищают синтезированные вещества от мощного ультрафиолетового излучения. (Его энергия способствует не только синтезу, но и распаду как исходных соединений, так и вновь синтезированных, причем чем мощнее излучение, тем сильнее распад.) Сотрудницы Института цитологии РАН кандидат физико-математических наук Наталия Борисовна Гонтова и доктор биологических наук Евгения Алексеевна Кузичева синтезировали в вакууме нуклеотид 5'-аденозинмонофосфат, для чего облучали мощной ультрафиолетовой лампой, аналогом солнечного излучения, сухие пленки аденозина и неорганического фосфата. В этих экспериментах присутствие малой толики лунного грунта повышало выход 5'-аденозинмонофосфата в 2,7 раза.

Если же допустить, что простейшие элементы живой материи возникли в земной атмосфере, это возвращает нас к проблеме воды и ее роли в первых химических реакциях. По мнению члена-корреспондента РАН А.М.Асхабова, даже у первых органических молекул была своя водяная «колыбелька» — полый нанокластер воды, называемый кватароном.

Существование кватаронов воды — давно известный факт. Еще в конце XIX века шотландский ученый Чарльз Вильсон (тот самый, в честь которого названа камера Вильсона) установил, что водяной пар содержит электрически нейтральные кластеры молекул H_2O . Затем существование кластеров воды неоднократно подтверждали экспериментально, а несколько лет назад А.М.Асхабов теоретически обосновал возникновение кватаронов. Согласно его теории, кластеры воды самопроизвольно возникают в пересыщенном водяном паре. Минимальный радиус кватарона составляет 0,3 нм — диаметр одной молекулы воды. Форма и структура кватаронов переменчивы и зависят от количества составляющих их молекул и степени пересыщения пара. Так, кластеры, состоящие из шести молекул, могут с равной вероятностью существовать в форме колец или октаэдров (энергетически эти формы практически эквивалентны). Более устойчивые структуры представляют собой правильные и полуправильные многогранники от октаэдра до икосаэдра, в вершинах которых располагаются молекулы воды. А при пересыщении пара, близком к предельному, возникают полые кватароны из 60—64 молекул. Такие кватароны обладают достаточно крупными внутренними полостями, размером от 0,3 до 0,6 нм, и легко вмещают небольшие молекулы азота или углекислого газа, поглощаемые из атмосферы.

Размеры полостей крупных кватаронов удивительно совпадают с размерами каждого из азотистых оснований — компонентов нуклеиновых кислот (аденина, гуанина, цитозина, тимина, урацила) и фосфатных групп. Некоторые кватароны могут вмещать не только отдельные молекулы, но и целые их группы. Поэтому А.М.Асхабов предположил, что кватароны представляют собой своеобразные реакторы для синтеза или изъятия из окружающей среды таких соединений — элементов живой материи.

Тогда схема появления первых живых молекул выглядит следующим образом. Во влажной атмосфере формировались кватароны, которые захватывали из атмосферы атомы водорода, кислорода, углерода, азота и фосфора, необходимые для формирования основных компонентов нуклеиновых кислот — азотистых оснований, фосфатных групп и сахаров. Кватароны — неустойчивые образования. Они сливаются, и соединения, которые они содержат, полимеризуются в конденсированной водной среде и образуют молекулы РНК и ДНК. Затем на основе способных к самоудвоению нуклеиновых кислот возникли биосинтез белка, доклеточная жизнь, а затем и протоклетки.

Парк протерозоя

Но между протоклетками и первыми эукариотами — дистанция огромного размера. Около 2 млрд. лет жизнь на Земле была прокариотической. Где она протекала?

Многие исследователи полагают, что в океане, поскольку именно на побережьях находят ископаемые бактериальные остатки — строматолиты. Самые древние из них имеют возраст около 2 млрд. лет и принадлежат цианобактериям. Лишь одиночные находки в районах древнего карста в Аризоне говорят о том, что в те давние времена цианобактерии обитали и во внутренних водоемах. Однако эти свидетельства не вполне объективны: в прибрежной зоне осадки быстро накапливаются и хорошо сохраняются, а на суше ископаемые бактерии сохраниться не могли из-за сильного выветривания.

В настоящее время большие скопления цианобактерий встречаются в морских лагунах с высокой соленостью, но еще больше их в континентальных содовых озерах. Специалисты отдела микробных сообществ Института микробиологии РАН под руководством академика Г.А.Заварзина полагают, что именно в содовых озерах, а не в океане развивалась микробная жизнь и оттуда она вышла на сушу.

Возникновению содовых озер способствовали суровые условия протерозоя. Углекислый газ, коим была насыщена атмосфера, растворялся в дождевой воде, которая выщелачивала металлы из горных пород, образуя гидрокарбонаты натрия и кальция (NaHCO_3 и $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$). Затем этот раствор стекал в водоемы и насыщал их содой. В 1985 году немецкие ученые Стефан Кемпе и Эгон Дегенс рассчитали, что этот процесс мог защелочить все воды планеты, и предположили, что первичный океан был содовым. Трудно сказать, насколько верен этот расчет и реально ли насытить содой целый океан, но в том, что такие условия сложились в небольших бессточных озерах внутри континента, сомневаться трудно.

Содовые озера существуют и сейчас. Это водоемы Восточно-Африканского рифта, прежде всего экваториальное озеро Магади, и озера Центральной Азии и Прибайкалья, расположенные в восточносибирских степях вдоль рек Енисея (южнее Кызыла), Селенги и Онона. Это чрезвычайно щелочные водоемы с pH 9—10, пить из них нельзя, и даже пастбищ вокруг нет, но зато сами озера оказались раем для цианобактерий. Например, все 300 м²



ГИПОТЕЗЫ

дна озера Хилганта, расположенного в степях Читинской области, покрыто цианобактериальным матом толщиной 10 мм с типичным для предшественников строматолитов слоистым строением. Не только численность, но и разнообразие цианобактерий в содовых озерах велико, больше, чем в морях.

По мнению исследователей, такие водоемы достаточно точно воспроизводят условия, существовавшие на Земле три миллиарда лет назад. Однако для того, чтобы в содовых озерах могла развиваться микробная жизнь, условия в них должны устраивать не только цианобактерий. Иными словами, микрофлора озера должна включать все известные систематические группы микроорганизмов, способные к автономному существованию. Московские ученые обнаружили в щелочных водоемах поразительное многообразие микроорганизмов, анаэробных на глубине и аэробных — ближе к поверхности. По количеству видов алкофильное бактериальное сообщество не уступает обычным водоемам. Продукты жизнедеятельности или распада одних микроорганизмов служат источником питания для других, то есть в содовом озере сложилась сбалансированная и достаточно сложная пищевая система, в основании которой находятся фотосинтезирующие цианобактерии.

Но и комфортных условий для целого микробного сообщества еще недостаточно, чтобы водоем стал колыбелью жизни. В нем должны иметь возможность существовать и более сложные организмы, иначе жизнь, зародившись, не могла бы развиваться дальше. Оказалось, что в содовых озерах обитают и эукариотические организмы — зеленые одноклеточные водоросли (один из видов выдерживает концентрацию соды 260 г/л). А на берегу ученые обнаружили один вид почвенных водорослей. Присутствие этого вида указывает на связь микрофлоры содовых озер с микрофлорой окружающей почвы: жизнь вышла на сушу.

Ученые полагают, что природные сообщества содовых озер представляют собой уникальные модели протерозойской жизни, которая зародилась в континентальных водоемах и уже оттуда переместилась в океан. Эти озера надо охранять, создавая микробные заповедники — парки протерозойского периода.

Подробнее ознакомиться с кватаронной теорией происхождения жизни можно в статье А.М.Асхабова «Кватаронная гипотеза происхождения жизни» («Доклады Академии наук», 2008, т. 418, № 4), с гипотезой Ю.В.Наточина о калиевых водоемах — в его статье «Физиологическая эволюция животных: натрий — ключ к разрешению противоречий» («Вестник РАН», 2007, т. 77, № 11)



Дед Мороз — творец жизни



ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

Происхождение жизни — по-прежнему главная загадка естествознания. Ученые предложили разные сценарии: от синтеза первых органических веществ в жерлах вулканов до их образования в космосе, однако воспроизвести эти процессы в лабораторных условиях оказалось не так просто. Лишь недавно появилось сообщение о синтезе рибонуклеотидов, но даже эти, безусловно, выдающиеся достижения не дают четкого понимания, как именно возникла жизнь на Земле и только ли на ней имели место такие события. Ясно одно: вероятность случайной самосборки молекул ДНК или РНК практически равна нулю, поэтому для первоначальной (абиогенной) сборки нужна была какая-то матрица, на которой выстроилась первая «молекула жизни» из минеральных и органических компонентов абиогенной природы.

Такой матрицей, по мнению Э.М.Галимова, могли стать глинистые минералы. В.Е.Островский и Е.А.Кадышев (см. «Химию и жизнь», 2009, № 5) считают, что это были кристаллогидраты метана. Согласно гипотезе, предложенной А.М.Асхабовым, матрицами служат кластеры воды, существующие в виде «скрытой» фазы (автор называет их кватеронами). В обоих случаях матрица — это каркас из молекул, пустоты в котором могут заполняться молекулами газов или радикалами органических соединений. Такой каркас, по предположению авторов, обеспечивает абиогенную сборку сложных молекул и, возможно, даже получение хирально чистых продуктов. Разница в том, что гидраты метана — это кристаллы, и сборка происходит в их полости, а клатраты могут существовать и в конденсированной, и в паровой фазе. Такие теории предполагают, что возникновение «молекул жизни» было не единичным актом, а часто повторяющимся событием, которое может происходить и сегодня — и не только на нашей планете.

Большинство гипотез происхождения жизни предусматривает наличие источников тепла, благодаря которым вода находится в жидком состоянии. Это либо тепло Земли, либо излучение Солнца. Между тем не надо забывать, что Земля пережила целый ряд глобальных оледенений и сегодня на ней много областей с постоянными или сезонными отрицательными температурами. А если говорить о космосе, то там все время довольно холодно. Об этом образно пишут А.Н.Хименков и А.В.Брушков, авторы книги «Введение в структурную криологию»: «Современное состояние Вселенной можно сравнить с окончившимся праздни-

ком: вспышки фейерверка остались в прошлом, искры в виде звезд пока горят, но все пространство уже наполнил холод с температурой, близкой к абсолютному нулю, и лишь близость к звездам позволяет некоторым планетам иметь такую роскошь, как жидкая вода».

Учитывая такую распространенность отрицательных температур, можно предположить, что они, равно как процессы промерзания и протаивания, каким-то образом повлияли на синтез биомолекул в пределах Земли, а может быть, и на других планетах. Гипотеза, предложенная В.Е.Островским и Е.А.Кадышевич, лучше других показывает возможную роль отрицательных температур в возникновении жизни.

Газовые кристаллогидраты, которые согласно этой гипотезе служат первичной матрицей для сборки сложных биологических молекул, широко распространены на Земле в областях вечной мерзлоты, а также под дном морей и океанов, где господствуют низкие температуры и высокое давление. В 70-х годах XX века после изучения химических реакций в промерзающих растворах ученые доказали, что скорость некоторых из них, в том числе и реакций со сложными органическими веществами, не уменьшается с понижением температуры раствора ниже 0°C, а иногда даже возрастает. Скорость реакций увеличивается не только потому, что остаточный раствор становится более концентрированным, но и потому, что растущие кристаллы льда работают как катализаторы.

Надо отметить еще одну особенность промерзающих водных растворов. Между растущими кристаллами льда и жидкой фазой возникает разность электрических потенциалов (их называют потенциалами Воркмана — Рейнольдса, или потенциалами замерзания). Поскольку в промерзающем грунте исследователи наблюдали разделение водородных и гидроксильных ионов и подкисление промерзшей части системы, есть предположение, что именно это и создает разность потенциалов. Нельзя исключить, что эти разделенные заряды как-то «работают» и в реакциях синтеза первых органических молекул — предшественников «молекул жизни».

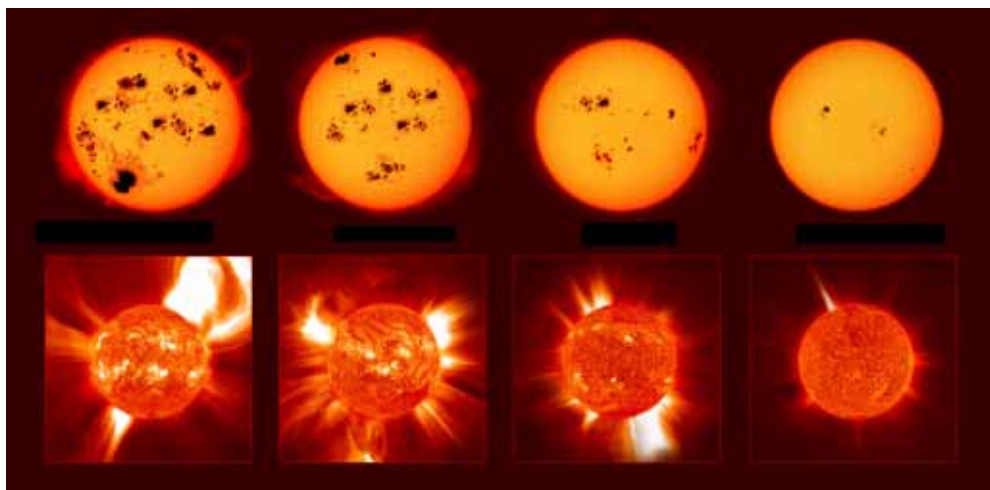
Низкие температуры, возможно, регулируют еще один аспект той загадочной первичной реакции. Они предотвращают или тормозят разрыв длинных молекулярных цепей, который происходит за счет энергии теплового движения молекул. При объединении аминокислот в полипептидные цепи выделяется вода, поэтому если удалять ее из системы, то скорость

реакции полимеризации должна расти. Таким образом, и с этой точки зрения промерзание системы может способствовать образованию молекул жизни. А сформировавшиеся живые организмы вполне способны существовать при низких температурах, о чем свидетельствуют, например, находки жизнеспособных микроорганизмов в кернах антарктического льда, сохранившихся в состоянии анабиоза десятки и даже сотни тысяч лет.

Предполагая, что жизнь зародилась при участии низких температур и процессов промерзания, надо сделать одну оговорку: более вероятно, что живые молекулы сформировались все-таки не в твердой фазе промерзающей системы, а в приграничной жидкой фазе. Поэтому, например, в районах вечной мерзлоты область зарождения жизни может находиться под ее подошвой, а в морях и океанах — ниже слоя газовых кристаллогидратов. В пользу того, что жизнь могла возникнуть не на поверхности Земли, а на глубине, свидетельствует гораздо более позднее появление фотосинтеза и кислородного дыхания организмов.

Предложенный В.Е.Островским и Е.А.Кадышевич сценарий возникновения жизни, в котором участвуют газовые гидраты в глубинах Земли или под дном океанов, низкие температуры и процессы промерзания-протаивания, по крайней мере, не противоречит физико-химическим законам и существовавшим в прошлом условиям окружающей среды. Такой подход объясняет и то, почему до сих пор не найдена жизнь на Марсе. Ведь там ее искали на поверхности планеты! Между тем на ней нет жидкой воды, а любые проявления жизни убивают жесткая радиация и окислительная среда (перекись водорода и перхлораты), обнаруженная при исследовании марсианского льда. В то же время на Марсе существует мощный (до 4—5 км) слой вечной мерзлоты, под которым могут быть и жидкая вода, и залежи криогидратов. Поэтому проявления жизни на Марсе целесообразно искать в местах выхода подземных вод, которые видны на снимках — темные полосы на крутых обрывистых склонах эскарпов и других образований. Возможно, жизнь найдут и на крупных спутниках Юпитера, например на Европе, где, по-видимому, существует океан жидкой воды под ледяным покровом, а также на спутнике Нептуна Тритоне, на котором есть криовулканизм.

И.Г.Яркин



Жизнь на планетах

Астрономы любят рассуждать о том, в каких условиях может возникнуть жизнь, тем более что сейчас в их руках оказалось множество данных о других звездах и обращающихся вокруг них планетах. Поэтому возникает желание выбрать те из них, к которым стоит приглядеться повнимательнее. В частности, задача формулировки условий, при которых вероятность жизни у той или иной звезды будет выше, вызвала бурные дискуссии во время прошедшей в начале августа в Ри XXVII Генеральной ассамблеи Международного астрономического союза (агентство «Альфа Галилео», 11 августа 2009 года). В частности, оказалось, что Солнце — отнюдь не самое гостеприимное светило для жизни: время его существования слишком мало, поэтому его активность и, стало быть, условия во всей Солнечной системе меняются довольно быстро.

Например, Эдвард Гвинан из Университета Вилланова (США) изучил звезды, аналогичные Солнцу, однако имеющие разный возраст, и обнаружил, что не столь давно условия на нашем светиле были чрезвычайно жесткими и совсем неблагоприятными для известных нам белковых форм жизни. Так, четыре миллиарда лет назад Солнце вращалось в десять раз быстрее, чем сейчас. Что это значит? Чем быстрее вращается звезда, тем сильнее будет ее магнитное поле, и, следовательно, в спектре излучения усиливаются рентгеновские и гамма-лучи. У молодого Солнца они были сильнее в несколько сотен раз по сравнению с Солнцем нынешним. Понятно, что при таком облучении не приходится говорить о нежной белковой жизни на Земле. Сейчас уровень облучения стал гораздо ниже, но и жить Солнцу осталось примерно столько же, сколько оно живет. Более того, Солнце сейчас начинает разогреваться и через миллиард лет станет настолько горячим, что вода на Земле не

сможет оставаться жидкой. Еще спустя миллиард лет это приведет к возникновению так называемого убегающего парникового эффекта, при котором количество водяного пара в атмосфере будет расти и еще больше усиливать этот эффект. Считается, что этот механизм привел Венеру к нынешнему горячему состоянию.

А вот если бы наше светило было оранжевым карликом, который излучает немного слабее Солнца, но зато горит десятки миллиардов лет, жизнь, единожды возникнув, получила бы возможность для длительного развития. То же, по мнению Эдварда Гвинана, можно сказать и о звездах К-типа: они светят в десятки раз ярче Солнца, но положение зоны жизни — область орбит, в пределах которых возможно существование жидкой воды, — у них не меняется десятки миллиардов лет.

Повреждения, вызванные жестким излучением, как показывает практика, фатальны для жизни белкового типа: чем меньше длина волны, тем больше энергия кванта света и сильнее разрушения поглотившей этот квант ДНК. Современную Землю от самых коротких ультрафиолетовых лучей, так называемого диапазона УФ-С, защищает озоновый слой. Однако 3,5 миллиарда лет назад, когда появилась жизнь, никакого озонового слоя не было, поскольку не было свободного кислорода, и целый миллиард лет жить приходилось в условиях, которые сейчас называют стерилизующим облучением. Как же это удалось? Анализ, проведенный Рокко Манчинелли из знаменитого американского SETI — Института поиска внеземной жизни, — показал, что для защиты от облучения представители всех трех царств живых существ на Земле применяют два основных метода — молекулярный механизм починки ДНК и укрытие в воде или скалах. Видимо, у любых представителей внезем-

Сравнение с другими звездами позволило определить, как активность Солнца менялась с течением времени.

Возраст Солнца (слева—направо): менее 300 млн. лет, 600 млн. лет, 2 млрд. лет, 4,5 млрд лет, то есть сейчас)



С МИРУ ПО НИТКЕ

ной жизни должны быть аналогичные механизмы — те, у кого их нет, просто-напросто вымрут. Так уровень ультрафиолетового излучения звезды и фона космического излучения фактически будет направлять выбор типа жизни, которая зародится в ее окрестностях.

Есть и еще один фактор, влияющий на возможность жизни. По мнению Рори Барнса из Вашингтонского университета, нужно учитывать вулканическую активность, которая влияет на парниковый эффект. Малая активность — доставшиеся от протопланетного облака карбонаты в недрах планеты не разложатся, не образуют углекислого газа, и планета останется холодной как Марс. Слишком большая активность — все карбонаты быстро разложатся, выделится много газа, и парниковый эффект нагреет слишком сильно, как Венеру. И тут в дело вступают гравитационные силы звезды. Если они слишком велики, то приливы в магме постоянно перемещают плиты, создавая крайне нестабильные условия и фактически превращая планету в один большой вулкан. Примером такой планеты может служить Ио, недра которой постоянно перемешивает Юпитер. Можно ли жить на вулкане? Большой вопрос.

Таким образом, понятие «зона жизни» требует расширения и включения в расчетную формулу силы приливов от действия звезды. Особенно это актуально для красных карликов. Поскольку они способны светить гораздо дольше Солнца и, более того, составляют три четверти всех звезд, окружающих нашу систему, астрономы возлагают на красных карликов большие надежды. Однако свет у них неяркий, и, чтобы получить жидкую воду, нужно придвинуть планету гораздо ближе к звезде. Вот тут-то и может сработать предлагаемый Барнсом тектонический критерий.

В общем, как видно из этих сообщений, поиск внеземной жизни потихоньку обретает научный фундамент и уже поэтому не может не дать результатов. Считается, что эти результаты появятся в ближайшие десять лет.

С.Анофелес

Наша книжная полка

В новой рубрике мы будем знакомить вас, уважаемые читатели, с книгами, которые, на наш взгляд, стоит прочитать. Возможно, это слишком самонадеянно, но нам почему-то кажется, что книги, которые нравятся сотрудникам редакции, наверняка придутся по душе и нашим читателям. Открывает рубрику весьма примечательная книга «Из жизни собак и минотавров». Примечательная хотя бы тем, что создали ее бывшие сотрудники «Химии и жизни» — писатели Михаил Кривич и Сергей Катасонов, а также художник Владимир Любаров.



Михаил Кривич
«Из жизни собак и минотавров», Москва, «АСТ Москва», 2009.

О собаках и других

Эта книга просится в руки. Формат карманный, а с обложки пронзительно смотрит любаровский дядька в ушанке и с собакой под мышкой. И все это в теплых, охристых тонах. Обложку можно долго рассматривать, выискивать все новые милые подробности чудного и знакомого мира, созданного Владимиром Любаровым. Открываем книгу — а там опять работы Любарова, уже черно-белые. Описывать не буду, сами посмотрите.

Дальше предисловие, да не то предисловие, после которого книгу читать расхочется, а такое, что аппетит разжигает. Сергей Катасонов заканчивает его словами: «Слушайте, зачем вы читаете предисловия? Вас ждет хорошая книга. Вперед!» Я же скажу так: хорошая книга у вас в руках, можно не торопиться. А хорошее предисловие — вещь редкая. Стоит прочитать его со всем вниманием.

Но вот и предисловие позади. Неужели и дальше все будет так складно? Те, кто читали прозу Михаила Кривича на страницах «Химии и жизни», уже знают ответ, и он утвердительный. Старым читателям Кривича будет приятно взять в руки ладный томик, поставить на полку про запас, а в уютную минуту перечитать, рассмотреть любаровских чудиков и их домашних животных. А то и подарить хорошую книжку хорошему человеку.

Тем, кто не знаком с прозой Михаила Кривича, наверное, уже хочется знать, о чем это. Заголовок «Из жизни собак и минотавров» подсказывает, что вряд ли это рассказы из серии «Реквием о зверятах»: как-то не вписывается в тему жизнь минотавра... В предисловии Сергея Катасонова жанр, в котором пишет М.Кривич, назван фантастическим реализмом. (На мой взгляд, кроме последнего рассказа.) Поясню это на примере повести «Высокая миссия такса Тимофея».

В литературе не нов прием описания событий от лица (морды?) животного.

А если и не от его имени, то с его точки зрения. Таковы «Детство Бэмби» Ф.Зальтена или «Каштанка» А.П.Чехова. У Чехова и Зальтена животные ведут себя так, как положено животным, хотя способны к внешней и внутренней речи. В иных произведениях герои-животные не только размышляют, но совершают несвойственные животным поступки. Так, фокс Микки, «Записки» которого опубликовал Саша Черный, научился писать и вел дневник. А такс Тимофей, герой Кривича, научился играть в шахматы, чтобы найти общий в прямом смысле язык с людьми. На сем сходство заканчивается. Фокс Микки и такс Тимофей — совершенно различные типы... не людей, конечно, хотя... В том и штука, что речь вроде бы о собаках и их жизни, а видим мы за этим жизнь нашу, человеческую. И сибарит Микки, бездельничающий во Франции, безусловно, мил. Но отважный такс Тимофей, бросивший сытую, беззаботную жизнь ради выполнения своей высокой миссии, нам гораздо более симпатичен.

Не буду далее раскрывать сюжетные тайны. В целом же впечатление от повестей и рассказов Михаила Кривича таково: взгляд на нашу с вами жизнь человека зоркого, остроумного, насмешливого, но не злоязыкого. Вот, например, о «собачьих» обычаях: «Стоит собраться двум псам, кто-то непременно начнет травить анекдоты: «Встречаются на площадке кобель и сука...», или «Притиснул Рекс Альму к буму и предлагает ей сам знаешь что, а она ему...», или «Инструктор говорит Джеку...», или еще что-нибудь в том же духе».

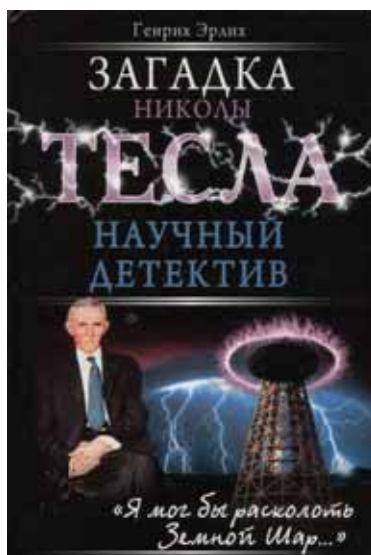
Последний рассказ книги («Один раз мы с Трошей...») удачно завершает серию фантастико-реалистических рассказов. В нем Кривич приоткрывает нам дверь в свою лабораторию. Оказывается, рассказы про любимых автором собак вовсе и не выдумка, а лишь некоторое преувеличение их реальных доблестей, незаметно перерастающее в сказочное приключение. Остается вместе с Михаилом Кривичем пожалеть, что рассказы эти не были своевременно записаны и опубликованы. Что ж, будем довольствоваться тем малым, что все-таки нам удалось получить, — книжкой М.Кривича «Из жизни собак и минотавров».

У авторов этих двух книг — кандидата химических наук П.Образцова и доктора химических наук Г.Эрлиха — тоже много общего. Оба закончили химфак МГУ им. М.В.Ломоносова, оба остепенены, оба — писатели и научные журналисты, а главное — оба авторы и читатели нашего журнала. Поэтому книги, с рецензиями на которые вы сейчас познакомитесь, безусловно, надо читать — для познания и удовольствия.



Петр Образцов.
Никола Тесла.
Ложь и правда
о великом
изобретателе.
М.: Яуза,
Эксмо,
2009.

Генрих Эрлих.
Загадка
Никола
Тесла. М.:
Яуза, Эксмо,
2009.



Никола Тесла: правда и ложь

Имя Теслы упоминали на школьных уроках физики, но без сенсационных подробностей. Помнится мимолетный интерес, вызванный славянской фамилией. Тогда почему-то показалось, что Тесла — чех, а в звучании его фамилии слышался тот же корень, что и в глаголе «тесать». И все, пожалуй. Однако в последние годы в нашей стране вспыхнул очевидный интерес к личности Николе Тесле: сначала телевизионный фильм, предвзвешенный ежедневной интригующей рекламой, затем серия книг издательства «Эксмо». Выпущены четыре книги, оформленные наподобие афиши американского малобюджетного боевика: черная блестящая обложка, слово «Тесла» лучится разрядами молний... Книжки выглядят похожими, а зря, потому что читатель может подумать: «Это или что-то подобное я уже читал». И ошибется: книги очень разные, хотя и относятся к одной серии («проект», как сейчас говорят) — «Никола Тесла. Рассекреченные истории». О двух книгах из этой серии и пойдет речь.

Автор одной из них — Петр Образцов, рыцарь насмешливого образа, сражающийся почти в одиночку с армией шарлатанов и адептов квазинаук. Судя по всему, к написанию книги «Никола Тесла. Ложь и правда о великом изобретателе» его подвигли первые две книги о Тесле, изданные

«Эксмо». Образцов внимательно изучил эти две книги и еще несколько публикаций на русском и английском языках, в том числе автобиографию Теслы, а затем в своей ядовитой манере и с дотошностью ученого разложил полученную информацию по полочкам. В основном по двум полочкам, заявленным в названии, — «ложь» и «правда». И если кто-то хочет получить о Тесле сжатую информацию в полном объеме и закрыть тему, рекомендую книгу Образцова.

Здесь рассказано о детстве и семье Теслы. Оказывается, он не чех, а серб, но учился в пражском Карловом университете, хотя и не стал заканчивать курс обучения. Фамилия его действительно имеет тот же корень, что глагол «тесать», и происходит от названия плотничьего инструмента. И много еще интересного выясняется.

В книге рассказывается также об истории открытий и изобретений Теслы. Любопытно, например, что компания Эдисона, на которую Тесла работал с 1882 по 1885 год сначала в Европе, а затем в Америке, дважды его обманывала, лишая обещанных премий. В первый раз сэкономить на молодом сербе решили в европейском филиале компании. Возмущенный Тесла уволился из эдисоновской компании и надумал перебраться в Санкт-Петербург. Его отговорил от поездки в Россию и дал рекомендацию к Эдисону в Америку сотрудник той же компании. И Тесла второй раз наступил на те же грабли — поехал в

Америку и был обманут уже лично Эдисоном. Этот предприимчивый американец обещал крупную премию за изобретение Теслы, патент на которое получила компания, но потом заявил, что обещание было шуткой. Мол, это был такой чисто американский юмор, который сербу не понять. Жаль, жаль, что Тесла не поехал вместо СевероАмериканских Соединенных Штатов к братьям-славянам!

Образцов в своей книге дает список реальных открытий и изобретений Теслы, а выдумки и мифы подвергает критическому анализу, не умаляя достоинств великого изобретателя. Разобрав по косточкам выдумки желающих погреть руки на сенсациях вокруг имени Теслы, Петр Образцов призывает: «Оставьте Теслу в покое!»

Совсем другое — книга Генриха Эрлиха «Загадка Николе Тесла». В подзаголовке книга аттестована как научный детектив. Я бы уточнила: научно-фантастический детектив, причем фантастическая составляющая преобладает над детективной. Достоверные факты из жизни великого изобретателя автор вплетает в канву вымышленной истории. Неожиданной стороной поворачивается и приязненность Теслы к голубям, и случай с деньгами, посланными Марку Твену, которого уже не было в живых, и фотография, найденная в сейфе Теслы после его смерти. События прошлого переплетаются с современными. Героем современных событий оказывается брутальный физик-эмигрант Петр Саров, который приводит в изумление американскую полицию и вызывает интерес у американской красавицы-интеллектуалки. Сюжет, однако, не скатывается к слащавому хеппи-энду. Главное в повествовании — то, что Сарову удается воспроизвести эксперимент Теслы, который сорвался в 1899 году из-за перегоревшего генератора. Эксперимент привел к совершенно фантастическому результату, но об этом желающие прочитают сами.

Е.Лясота

Дискретная многомерная модель времени

Л. Намер



Большинство гипотез времени явно или скрыто используют понятие «вложенного времени», то есть идеи, что можно наблюдать ход времени со стороны, не будучи в него включенным. В частности, таково элегантно (хотя и неизвестно, верное ли) рассуждение на тему конечности и бесконечности времени. В нем предлагается рассмотреть ограниченную в пространстве область, в которой первая секунда длится 1 секунду по нашим часам, вторая — $1/2$ секунды, третья — $1/4$ и т. д. В такой ситуации цивилизация, существующая вечно по своим

внутренним часам, закончит свое существование в 2 секунды по нашим — внешним — часам. Пример можно усилить, сделав эту (нашу) внешнюю цивилизацию внутренней для некоей другой. И даже организовав бесконечную цепочку таких вложений. Но все эти рассуждения требуют бесконечной дробимости, то есть непрерывности времени, а это — гипотеза недоказанная и, скорее всего, неверная. Наша модель будет иной — дискретной.

Итак, мир в каждый конкретный момент есть просто состояние, есть то, что он есть, описание всех его элементарных ча-

стиц или иных — возможен любой вариант — объектов. Можно считать, что состояние мира — это последовательность нулей и единиц, множество черных и белых клеток и т. д. Мир в целом есть множество таких описаний. Немедленно возникает естественная мысль, что последовательность «актуальных» описаний — это и есть временная развертка, мир во времени, последовательность, кончающаяся текущим моментом и непрерывно удлинняющаяся. Попробуем, однако, рассмотреть модель последовательно и логично.

Итак, если у нас есть множество описаний, как их можно упорядочить?



Начнем с линейного, то есть такого, когда для каждого состояния можно указать не более одного последующего. Точнее — для всех, кроме одного, — ровно одно, а для одного (последнего) — ни одного. Тогда законы физики немедленно дают единственное упорядочивание, ибо любая перестановка в последовательности описаний нарушит ограничение скоростей перемещения скоростью света — объекты будут прыгать мгновенно. На то, что данное состояние в паре соседних является последующим, а не предыдущим, указывает направление возраст-

тания энтропии — «стрела времени». Таким образом, при одномерном упорядочивании время — просто последовательность состояний. Причем эта последовательность может быть как полубесконечна — если мир существовал «всегда», так и конечна — если был «сотворен». То есть, в понимании физика, мир имел конечное количество состояний или существовал конечное время. При этом физик допускает существование иной модели, которая вместит в себя сегодняшнюю как частный случай. Ни о каком ином «сотворении» в физике, да и вообще в науке речь идти не может. Утверждения о «сотворении» мира несколько тысяч лет назад и о тех миллионах и миллиардах лет, которые существуют, по данным науки, живые существа, планеты и звезды, могут быть совмещены лишь тремя способами.

Во-первых, утверждением, что в тезисе о сотворении мира сколько-то тысяч лет назад имеется в виду не сотворение и не годы, а нечто иносказательное. Но этим способом можно доказать и что ворона белая. Действительно, можно трактовать моральную чистоту (в частности, вороны) как близну.

Второй способ — утверждать, что мир был сотворен именно таким, будто ему миллионы и миллиарды лет и творец напихал в землю окаменелые останки ящеров, чтобы задурить голову палеонтологам.

Третий и последний способ — отказаться от закона исключенного третьего и думать одним полушарием одно, а другим — другое. Психологически это бывает весьма комфортно, многие из нас живут так уже почти век — и ничего. Вернемся, однако, к упорядочиванию и посмотрим, не может ли оно быть более сложным.

Следование может быть неоднозначным, то есть за состоянием А могут следовать состояния В и С. Неоднозначность, хаос не есть для физики нечто новое. Новым в нашем случае будет расщепление реальности в точке А на два потока. Которые, впрочем, могут впоследствии и слиться. Но в любом случае никаких новых явлений по части времени не возникает, про-

сто мы получаем два (или более) потока событий. Можно считать, что в каждом потоке время свое, но можно этого и не считать. Ибо состояния в каждом потоке нумерованы, а эти номера и есть наше время (или наши времена). Если потоки не сливаются, то нет никаких причин как-то связывать или разделять эти нумерации — это вопрос условностей. Если потоки состояний где-то сольются, то есть за состоянием М в одном потоке и состоянием N — в другом последует одно и то же состояние Q, то возникает вопрос согласования нумераций. Естественно приписать Q номер, на единицу больший максимального из номеров состояний М и N. Если же кто-то захочет интерпретировать эти номера как обычное время, то придется признать, что в рукавах М и N время течет по-разному, то есть переходы из состояния в состояние занимают разное время. Однако никаких особенностей в смысле времени мы в этой модели не получили. Надо лишь помнить, что переходы $A \rightarrow (B \text{ и } C)$ или $(M \text{ и } N) \rightarrow Q$ должны не противоречить законам природы — ограниченности скорости, сохранению энергии, момента импульса, заряда и т. д.

Как известно из математики, все счетные множества эквивалентны, то есть если мы каким-либо способом занумеровали элементы множества, оно эквивалентно множеству целых чисел (натуральному ряду). Поэтому в математическом смысле многомерное дискретное время, то есть многомерная нумерация, эквивалентно одномерному. Физически это не так, потому что при превращении многомерной нумерации в одномерную рядом (то есть обладающими соседними номерами) окажутся состояния, которые по физическим причинам следовать одно за другим не могут (по соображениям возрастания энтропии, ограничения скорости и т. д.). Поэтому «многоусловное», или, можно назвать его и так, «многоканальное», время не есть многомерное — движение вдоль другого измерения (других измерений) невозможно. Состояния, различающиеся первым номером, то есть лежащие в разных руслах, но имею-



РАЗМЫШЛЕНИЯ

шие одинаковый второй номер, не обязаны являться соседними. Но могут ими и являться — в единственном случае: если русла на следующем шаге сольются.

Модель многоруслового, многоканального времени, которую мы получили, подозрительно напоминает модель П.Эверетта, художественные рассуждения П.Амнуэля и работы некоторых иных авторов, однако наша цель, признаемся, — иная. Мы хотим рассмотреть вопрос о существовании многомерного времени, не сводимого к описанному только что многоканальному.

Отвлечемся немного на актуальный вопрос о путешествии во времени. В нашей модели течение времени — это появление новых состояний, новых картин мира. В этом случае никакое путешествие в художественном смысле невозможно — все картины уже есть. Причем ни в одной из них нет меня, потенциального путешественника. А если на картине 123 456 789 я и есть — то не потому, что пропутешествовал туда из актуальной картины 987 654 321. Но лишь потому, что был там всегда. Даже если мы — нарушив логику повествования и логику физики — предположим, что есть некто, рассматривающий эти картинки, то есть всю историю мира, со стороны (распространенный прием в НФ), то войти в них он тоже не может. Путешествие в прошлое возможно только посредством уничтожения какой-то последней части картинок. В этом случае мы возвращаем в прошлое весь мир, стирая часть памяти о нем. Пойдет ли развитие второй раз по тому же пути — неизвестно. Современная физика не считает мир детерминированным. Возможна, впрочем, ситуация, когда какие-то характеристики сохраняются, поскольку действуют законы сохранения, а что-то иное может и изменяться. Но все это, естественно, не многомерность.

Что мы, собственно говоря, называем многомерным пространством? Например, наше пространство — говорим мы — трехмерно. Это означает несколько вещей. Во-первых, необходимость знания трех чисел для ответа на вопрос «где?». Во-вторых, возмож-

ность перемещения объекта вдоль трех независимых направлений. И наконец, свойства некоторых законов физики (например, степень «2» в законах гравитации, Кулона и т. д.). Что из этого можно отнести к времени? Первое — да, можно. На вопрос «когда?» мы отвечаем одним числом, но можно представить себе ситуацию, когда в ответ приходится называть два числа. Разумеется, это кажется странным, но не более, чем двумерному существу — идея трех измерений или нам — идея четырех. Простейший способ представить себе такое — вообразить бесконечную последовательность миров (дву- или трехмерных соответственно), причем тело, имеющееся в моем (дву- или трехмерном) мире, в экземплярах этой последовательности может и не появляться — если оно вдоль новой координаты не движется. Похожие идеи (слоистый мир) под разными соусами развивались и П.Амнуэлем, и В.Пелевиным, и ортодоксальной физикой (многолистная модель Вселенной А.Д.Сахарова). В применении к времени (с учетом того, что время — в нашей модели — само по себе является последовательностью картин мира) эта идея выглядит так. Имеется одна («наша») последовательность. Это наше значение «времени 1» и изменяющееся «время 2» — обычное время. Но есть и другие последовательности картинок, с другими «временами 1» и так же изменяющимися «временами 2». Более того! «Время 1» тоже идет, то есть в памяти появляются все новые и новые последовательности. Причем все более длинные — ибо «время 2» тоже идет! Можно представить себе картинку (картины мира), заполняющие временную плоскость (если время двумерно), временной объем и т. д.

Посмотрим, как выглядит в применении ко времени второе свойство пространства — возможность перемещения, причем по трем (в трехмерном пространстве) осям. Оно не выглядит никак — ибо во времени, вполне ортодоксальном и одномерном, никакого перемещения нет. Напомним, что ни сверхсуществ, парящих над пространственно-временным континуумом, ни чего-либо иного потустороннего у нас нет. А если б и было, оно могло бы лишь уничтожить часть последовательности (причем только с конца, начиная с последних картинок), просто возвращая мир в прошлое (прошлое t_1 , прошлое t_2 , прошлое и t_1 и t_2).

Самая интересная ситуация, согласно законам жанра, складывается с третьим свойством пространственной трехмерности. Как известно, эта трехмерность радикально влияет на законы физики и вид Вселенной. А имен-

но: степень над расстоянием в знаменателе закона Кулона и гравитации и т. п. есть именно что «размерности минус 1». Далее в учебниках объясняется, что в двумерном или четырехмерном мире (с единицей или тройкой в качестве степени над расстоянием) Вселенная выглядела бы совершенно иначе. Например, в некоторых случаях было бы невозможно существование атомов и планет у звезд. А в других случаях Вселенная была бы значительно проще, и в ней было бы невозможно возникновение сложных систем (в частности, физиков, ее изучающих).

Время входит во многие физические законы, и вполне возможно, что изменение размерности времени повлияет на ход процессов — причем процессов, наблюдаемых жителями какого-то одного времени t_1 (например, нашего). Опять же, сравним эту ситуацию и положение с пространством. Если изменить размерность пространства с 3 на 4, то жители трехмерного подпространства заметят это, даже не имея возможности попасть в другие значения четвертой координаты. У них, в их трехмерном подмире, изменится вид закона Кулона (и некоторых других законов).

Множество процессов (и физических, и химических) в мире идет так, что значения параметров изменяются по экспоненте. Если эта принципиальная особенность нашего мира зависит от размерности времени, то в мире иного числа временных измерений все процессы могут идти иначе — не экспоненциально. Очевидно, что в мире нулевого числа временных измерений процессы не будут идти никак — мир будет абсолютно статичным. Возможно, что в мире двух временных измерений процессы будут идти качественно быстрее, например, как экспонента от времени в квадрате или вообще линейно — и заканчиваться за конечное время.

Таким образом, не исключено, что иные размерности времени не запрещены основными законами физики, но запрещены антропным принципом (Д.Картер). Эти миры будут существовать так недолго, что в них будет невозможно появление сложных систем, способных наблюдать этот мир. В том числе и разумных существ, и, в частности, физиков.





Московский дом книги рекомендует



КНИГИ

Гастон Тиссандье

Научные развлечения в области
физики и химии
СПб., Терра-Книжный клуб, 2009

Автор этой увлекательной книги — Гастон Тиссандье, французский воздухоплаватель и ученый, популяризатор науки. В увлекательной форме он знакомит читателя с основными законами природы, а также дает подробное описание «чудесных» физических и химических опытов, с помощью которых вы и ваши дети сможете удивить окружающих. В книге рассказывается о химических веществах, из которых состоят обыкновенные предметы и продукты (поваренная соль, мыло, краска для волос и т. п.), их свойствах и опытах, которые с ними можно провести. Книга будет интересна взрослым и детям.



Джей Джек Ли

Именные реакции.
Механизмы органических
реакций
М., Бинум.
Лаборатория знаний,
2009

Справочное издание, написанное автором из США, содержит краткие сведения более чем о 300 классических и современных реакциях, используемых в органическом синтезе. Статьи расположены в алфавитном порядке по имени автора и написаны по единому плану: краткая характеристика химической реакции, общая схема и современное толкование механизма, особенности проведения реакции, когда это возможно — сравнение различных методов, библиография (пионерские работы и современные публикации вплоть до 2003 года). Есть предметный и именной указатели.



Рэй Фримэн

Магнитный резонанс
в химии и медицине
М., Красанд,
2009

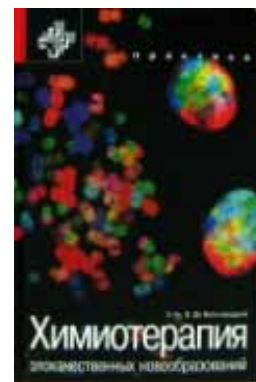
Монография известного ученого в области ЯМР-спектроскопии сочетает наглядность изложения основных принципов и описание современных приложений магнитного резонанса в химии, биологии и медицине. Она охватывает все основные технологии и методы ЯМР высокого разрешения и магниторезонансной томографии. Подробный рассказ об их разнообразных применениях в химии, медицине, биологии, фармакологии и других смежных дисциплинах делает данную монографию ценной для специалистов во всех указанных областях.



**Эдвард Чу,
Винсент**

Де Вита-младший
Химиотерапия
злокачественных
новообразований
М., Практика,
2008

Справочник редактировали выдающиеся специалисты, поэтому он ежегодно переиздается и служит настольной книгой онкологам всего мира. Книга состоит из пяти частей. Первая посвящена основам химиотерапии, методам оценки эффективности лечения, кинетике опухолевого роста, полихимиотерапии, высокодозной химиотерапии, устойчивости к лечению. Во второй части в алфавитном порядке представлены все противоопухолевые препараты (в том числе еще не зарегистрированные в России) и ростовые кроветворные факторы. В третьей части даны практические рекомендации по проведению химиотерапии. Четвертая часть содержит схемы химиотерапии опухолей и гемобластозов. В пятой части подробно описаны противорвотные средства и схемы их применения.



Джеймс Джирард

Основы химии
окружающей среды
М., Физматлит,
2008

Книга посвящена химическим аспектам самых масштабных экологических проблем, возникающих в связи с добычей полезных ископаемых, работой промышленных и сельскохозяйственных предприятий, транспорта, получения энергии. Особое внимание уделено вопросам токсикологии, роли металлов и органических веществ, проблемам применения инсектицидов и гербицидов, утилизации опасных для людей отходов.



**Эти книги можно приобрести
в Московском доме книги.**

**Адрес: Москва, Новый Арбат, 8,
тел. (495) 789-35-91**

Интернет-магазин: www.mdk-arbat.ru



Художник О. Логина

Шахты без взрывов

Производство электроэнергии в нашей стране базируется на использовании энергии рек (ГЭС), атомной и тепловой энергии (АЭС и ГРЭС соответственно). При этом на долю ГЭС приходится примерно 19% производимой электроэнергии, на долю АЭС — 13%, на долю ГРЭС — 68% (см., например, статью В.З.Мордковича в «Химии и жизни», 2005, № 5). Примерно половина отечественных ГРЭС использует

природный газ, а другая работает на угле. Принятый еще в советское время план постепенного перевода всех тепловых электростанций страны на газ, как наиболее экологически чистый и наиболее технологичный вид топлива, в последнее время пересматривается. Дело в том, что Россия по некоторым причинам столкнулась с дефицитом газа и практически весь прирост мощностей тепловых электростанций ориентирован на угольное топливо. Конечно, переход на уголь усложнит жизнь энергетикам и повысит стоимость производства энергии. Но платить за это придется не только деньгами, но и самым дорогим — человеческими жизнями (см. статью Л.Я.Кизильштейна «Угольный метан — демон подземного царства» в «Химии и жизни», 2008, № 1).

В пластах большинства месторождений энергетически ценных углей содержится метан, находящийся в мельчайших порах, мелких трещинах и полостях, причем метан находится под достаточно высоким давлением (до десятков МПа). Его содержание достигает 15 м³ и более на тонну угля. Есть несколько версий образования метана в угольных пластах. Я придерживаюсь гипотезы, что месторождения ископаемых углей образовались в результате имплантации в осадочный чехол Земли комет, ядра которых состояли в основном из метанового льда (см. «Химию и жизнь», 2005, № 6).

Если при разработке метаносодержащих угольных пластов опасный газ накапливается в воздухе шахты, то выработки вентилируют, выдувая метан в атмосферу. Предельное его содержание в воздухе забоя не должно превышать 2%. Естественно, в каждой выработке должен стоять прибор, контролирующий содержание метана и сигнализирующий о повышении его уровня до опасной величины. Но иногда шахтеры сами отключают такие приборы, чтобы иметь возможность работать, пусть и рискуя жизнью. А кроме того, изредка полости с метаном спонтанно вскрываются, и большое количество находящегося в них газа выбрасывается в рабочее пространство забоя. Метан за счет большой разности давлений приобретает огромную скорость, увлекая с собой камни, куски угля, инструменты. Сталкиваясь, они легко высекают искры, способные воспламенить образующуюся метановоздушную смесь. Происходит пожар или объемный взрыв.

Статистика несчастных случаев на шахтах такова: на каждые 1 млн. т добытого угля в России погибают два шахтера, причем годовая добыча угля

быстрыми темпами приближается к 300 млн. т.

Что можно противопоставить подземной стихии? Мы не можем предотвратить внезапные выбросы метана во внутришахтные пространства, но исключить образование взрывоопасной смеси вполне в наших силах. Для этого надо убрать из рудничной атмосферы кислород, полностью или почти полностью заменив его азотом. Содержание кислорода в воздухе забоя должно составлять 1–5% — в этом случае газовая смесь будет взрывобезопасной. Конечно, после большого выброса метана, зафиксированного системой газового контроля, нужно принять меры к снижению его концентрации в рудничной атмосфере до нормативного уровня.

Без всякого сомнения, замена в рудничной атмосфере кислорода на азот никоим образом не нарушит работу шахтных механизмов, электрических кабелей, систем освещения, связи и транспорта.

Но как в такой нечеловеческой атмосфере будут работать шахтеры? Ничего невозможного в этом нет. Каждому человеку в шахте (или отдельных выработках) придется носить дыхательный аппарат с баллонами и дышать сжатым воздухом или специальной смесью, содержащей кислород. Подобные средства используют пилоты, пожарные, водолазы, рабочие вредных цехов и горноспасатели. Что касается шахтеров, тяготы от длительного использования дыхательных аппаратов можно будет облегчить, создавая в рабочих зонах шахт камеры с нормальным составом атмосферы (вроде бытовок, но со шлюзовым входом), где люди смогут перекусить, отдохнуть и пополнить носимый запас дыхательной смеси. Это, конечно, не очень приятно, но можно и потерпеть, чтобы полностью исключить риск возникновения взрыва.

Сколько же азота придется подавать в шахту? Это количество определяется ее объемом и числом работающих в смене шахтеров. Средний объем шахты оценим в 100 тысяч кубометров. Примерно столько азота нужно будет подать в шахту сразу. Это количество еще уменьшится, если создавать искусственную атмосферу в отдельных выработках, изолированных от остального объема шахты.

Кроме того, азот придется добавлять, чтобы разбавить выделяемый людьми кислород. Дело в том, что набранный в легкие кислород используется не полностью, большая его часть выбрасывается обратно. Если

не применять изолирующее дыхательное оборудование, в котором кислород не выделяется наружу (такое оборудование дороже), он постепенно будет накапливаться в атмосфере шахты. Его придется удалять с помощью специальных каталитических поглотителей кислорода и метана, а также непрерывно подавать азот в нижний горизонт и штреки, где работают люди.

Расчет азота, который требуется для одного человека, дает следующее. В среднем рабочий, занятый тяжелым физическим трудом, потребляет 45 л воздуха в минуту, а среднее содержание кислорода в выдыхаемом воздухе — 16%. Тогда, чтобы довести состав рудничной атмосферы до безопасного содержания в ней кислорода 5%, необходимо каждую минуту добавлять в эту атмосферу 100 литров газообразного азота при нормальном давлении 0,1 Мпа. Получается 6 м³/час на одного человека.

Какие способы можно использовать для подачи в шахты такого большого количества газообразного азота? Прежде всего машину К.Линде для получения жидкого воздуха с ректификационным аппаратом для его разделения на жидкий кислород и жидкий азот. Промышленные установки такого типа известны с начала XX века, но получаемые на них компоненты воздуха из-за больших энергозатрат достаточно дороги (не менее 30 руб. за кубометр газообразного азота).

Во-вторых, для выделения азота из атмосферного воздуха можно использовать устройства с молекулярными фильтрами. Однако промышленных установок для получения сверхбольших объемов азота (десятки тысяч кубометров в час), работающих на этом принципе действия, пока нет.

Наконец, для отделения кислорода от воздуха вполне подойдет процесс, предложенный в начале XX века немецкими учеными Ф. Габером и К. Бошем для производства аммиака: пропускать атмосферный воздух под давлением около 20 МПа через слой кокса, нагретого до 500°C. Кислород воздуха связывается с молекулами углерода, и на выходе из коксового фильтра получается смесь азота (78%) и углекислого газа (21%). В принципе эту газовую смесь, не поддерживающую горения, можно после охлаждения подавать в шахту. В случае, если физиологи сочтут нежелательным присутствие в рудничной атмосфере такого большого количества углекислого газа, его достаточно просто отделить от азота.



А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Представляется, что для создания в шахтах взрывобезопасной атмосферы с повышенным содержанием азота более всего подходят установки, работающие по методу Габера — Боша. Расчеты показывают, что для получения из воздуха одного кубометра азота необходимо затратить 145 г кокса, а для поддержания требуемых параметров азотной атмосферы в расчете на одного шахтера и один час требуется 0,87 кг кокса. Расход кокса можно сократить, если удастся за счет модернизации дыхательных аппаратов повысить процент использования кислорода.

Перевод шахт на взрывобезопасную азотную атмосферу технически осуществим, а экономически будет выгоден после законодательного повышения страховых выплат до среднеевропейского уровня. Сложнее обстоит дело с медико-биологическими вопросами, поскольку мы еще не знаем, сможет ли достаточно большой отряд шахтеров работать в столь экстремальных условиях. Ясно только, что требования к профессиональной подготовке шахтеров, допущенных на работу в шахты с азотной атмосферой, должны быть доведены как минимум до требований, предъявляемых к горноспасателям.

Понятно, что предлагаемый проект может реализоваться только тогда, когда общество будет готово отказаться платить за уголь человеческими жизнями. Время на изменение позиции еще есть: запасов газа стране хватит лет на 50–100, а запасов угля — на все 700.

Кандидат технических наук
А.А.Биршерт

Полезные ссылки



Новые химические технологии. Аналитический портал химической промышленности

<http://www.newchemistry.ru/>

Профессионально сделанный ресурс с богатым и разнообразным содержанием посвящен российской и мировой химической промышленности. Есть рубрики «Новости», «Наука и технология», «Тенденции рынка», «Экология», «События отрасли», а также обзоры рынков. Некоторые материалы рассказывают о конкретных препаратах, технологиях или компаниях, другие предоставляют информацию общего плана, например о свойствах и применении пропиленгликолей. Вот некоторые темы, присутствующие на сайте в момент написания рецензии: известняковая мука, теплоизоляция на основе перлита, модификаторы для дорожных покрытий, алюминиевые пигменты с эффектом «металлик», новинки косметики, одежда для пожарных, экологические проблемы Кирово-Чепецкого комбината... Кроме того, есть тематические разделы и ссылки на авторские блоги, посвященные определенным отраслям химии, ссылки на сайты компаний и, конечно, доска объявлений — купля-продажа продукции и оборудования. Словом, портал — прекрасная альтернатива утренней газете для всех, кого интересуют практические применения химии.

molbiol.ru классическая и молекулярная биология

Классическая и молекулярная биология

<http://zbio.net/>; <http://molbiol.ru/>

Пожалуй, самый известный русскоязычный сайт, посвященный различным аспектам молекулярно-биологических работ. Самая важная его достопримечательность — работающие форумы, на которых можно обсудить как содержание сайта, так и другие насущные вопросы. Здесь публикуются экспериментальные методики, информация о событиях в науке, объявления о поиске работы. Имеется электронная библиотека (кстати, в ней есть прекрасные книги по ботанике с зоологией — молекулярные биологи не забывают об истоках, это отражено и в названии сайта). Есть и развлекательные разделы с шутками и фотографиями. Поскольку здесь собираются профессионалы, не стоит задавать в форумах вопросы вроде «а понимает ли современная наука, как хромосомы передаются по наследству» — можно услышать в ответ что-нибудь невежливое. Но если у вас проблемы с постановкой полимеразной цепной реакции, вам сюда. Сайт делают добровольцы, поэтому они нуждаются в помощниках и спонсорах.

Программа «Птицы Москвы и Подмосковья»



<http://birdsmoscow.net.ru/>

Как ясно из названия, программа региональная, но ее участники интересуются аналогичными проектами в других регионах. Ее задача — сбор возможно более полной информации о московских и подмосковных птицах: об их видовом составе, распределении по территории, численности и т. д.



Участники не делятся на профессионалов и любителей. Вторая и не менее главная цель программы — объединить людей, которые знают, любят и охраняют птиц. Участником программы может стать каждый: для этого понадобятся только бинокль и блокнотик для записей, а о том, что наблюдать и как оформлять наблюдения, можно узнать на сайте. По результатам работы проекта создаются атлас птиц, фотоопределитель, пополняется база данных, выходят обзоры и журнал. На сайте есть прекрасная коллекция ссылок, интересных для орнитологов и любителей птиц.



Палеонтология Московского метро

<http://www.paleometro.ru/>

Для владельцев и посетителей этого сайта московское метро — не только транспортное средство или памятник архитектуры, но еще и огромный палеонтологический музей. «Московскому метрополитену 74 года, и более 70 миллионов лет окаменелостям в метро», — напоминает главная страница. Стены и колонны многих станций облицованы известняком или мрамором, и на них можно увидеть окаменевших обитателей древних морей. Аммониты, наутилусы, белемниты, морские лилии, морские ежи, брахиоподы, гастроподы, кораллы — все они сегодня украшают собой интерьеры метрополитена. На сайте размещено более 600 фотографий с подробными пояснениями, и коллекция постоянно пополняется. Ресурс может быть полезен для учителей, школьников, интересующихся биологией, а также для специалистов. Желающие могут пополнить коллекцию архитектурных палеонаходок, в том числе и не связанных с метро, — в нее уже вошли экспонаты из Эрмитажа, Лувра, главного здания МГУ и других примечательных мест.

Вавилонская башня

<http://starling.rinet.ru/main.html>

Проект посвящен специфической теме — эволюции языков мира. В полном объеме содержимое сайта понятно лишь специалистам, но и неспециалисты найдут тут много интересного. Например, тут находятся профессионально составленные базы данных по словарям Ожегова, Зализняка и Фасмера — а время от времени заглядывать в этимологический словарь, чтобы узнать, откуда произошло то или иное слово, полезно каждому грамотному человеку. Кстати, именно здесь можно найти аналитический каталог мифологических мотивов Ю.Е.Березкина, где можно узнать, какие именно народы рассказывали истории о других солнцах, кроме всем известного нынешнего, или о путешественнике, который никак не мог попасть домой, — наши постоянные читатели помнят статью об этом в «Химии и жизни» (2006, № 3).





Новая целина

В.Кальменс

«Вы знаете, что это за стихия, какая это мощь? Вы знаете, что площадь океана равна тремстам шестидесяти одному миллиону пятидесяти тысячам квадратных километров? Больше семи десятых земной поверхности составляет пространство водной пустыни. Но эта пустыня с ее неисчислимыми запасами пищи и промышленного сырья могла бы вместить миллионы, миллиарды человек. Больше трехсот шести-

десяти одного миллиона квадратных километров — это только площадь, поверхность. Но ведь люди могли бы расположиться по нескольким подводным этажам. Миллиарды людей без тесноты и давки могли бы разместиться в океане», — писал в романе «Человек-амфибия» Александр Беляев.

К сожалению, вторая половина XX века не оправдала радужных надежд фантастов, и океан как новая среда

обитания оказался освоен еще хуже, чем космос. Возможно, XXI век исправит эту ситуацию. По сути, сейчас океан — это действительно целина, возделывать которую придется не России, не Америке, а всему нашему виду. Правильнее было бы написать «ближайшая экологическая ниша», но это прозвучало бы слишком сухо, хотя речь пойдет о весьма мокром явлении, ведь именуется эта целина ОТСМ — океанские тропические сверхмегаполисы. Океан не подпадает под юрисдикцию ни одного государства, а значит, доступ к этой новой экологической нише получают все народы Земли. На свободные места к доступным ресурсам стремится каждый вид, однако человек в ответе за всю биосферу, и адекватно этой ответственности проект ОТСМ должен не только повысить качество жизни и возможности вида Homo sapiens, но и облегчить антропогенный пресс Земли.

Чудо-остров

ОТСМ — это плавающий город. Он будет состоять из плавучих домов и улиц-каналов и тем самым сделает мечту северян — золотой пляж у самого дома — привычной частью пейзажа. Ровный комфортный климат устранил простуды, уменьшит потребность в зимней одежде и теплоизоляции помещений. Море, как хорошо известно, очищает воздух от пыли и кислых газов, поставляя взамен живительные аэроионы. И кстати, о пыли и газах: в плавучем городе не будет лесных и торфяных пожаров, автомобилей, а также ремонта дорог и подземных коммуникаций. В общем — курорт.

Транспорт

Девяносто девять процентов перевозок в ОТСМ пойдет по трубам. Это метро, трубопроводы для контейнеров с грузами, отходами и прочим. Лишь негабаритные грузы поплывут по улицам-каналам. Разветвленная сеть трубопроводов объясняется легкостью их прокладки и обслуживания в воде. Именно их транспортные возможности, в воде практически неограниченные, позволят добавить приставку «сверх» к океанскому мегаполису (размер города на суше ограничен транспортным и канализационным коллапсом). Трубопроводный транспорт экономичнее, безопаснее и поддается автоматическому управлению легче других видов транспорта.

Безопасность

Рассмотрим подробнее архитектуру океанского города. Осадка плавучих домов, как правило, будет невелика, поскольку они сделаны из легких материалов и малоэтажны. А вот окружает город линия мощных сооружений с осадкой в несколько раз большей. Эта

«крепостная стена» выполняет функцию волноломов, защищает от ветра и течений. Естественно, в ней располагаются причалы и терминалы портов мегаполиса, где идет разгрузка-погрузка товаров. Строить и якорить «пограничные» сооружения на порядок дороже, чем внутренние дома, и это одна из причин, по которым выгодны именно гигантские ОТСМ.

Кроме пограничных сооружений, город защитит от бурь программа «Энергия ураганов — людям» (см. «Химию и жизнь», 2007, № 4). Напомним, что она предлагает за счет солевой неравновесности океана поднимать с глубины опресненную холодную воду и использовать ее для охлаждения поверхностных вод и воздуха. В результате у шторма отбирают мощь и получают пресную воду, а заодно электроэнергию. Эту программу надо отработать в качестве первого этапа освоения океана-целины. Если же проблема бурь будет решена, то плавучие океанские города станут безопаснейшими местами на планете. Здесь не страшны землетрясения, засуха, оползни и другие бедствия. Наводнения не могут ничего сделать с плавучими домами. Даже цунами не натворит беды, ведь на океанском глубоководье это всего лишь волна метровой высоты, растянутая на сотни километров.

Экономика плавучего города

Затраты на создание и обслуживание ОТСМ будут меньше в расчете на одного жителя, чем в обычном городе.

Во-первых, вместо стройплощадки, то есть временной и далекой от идеала структуры, будут работать огромные заводы, отгружающие плавучие дома почти в готовом виде. Промышленность такого рода уже существует. Например, в Голландии очень распространено плавучее жилье, фактически баржи с жилым трюмом и палубой, которое устанавливают вдоль берегов каналов. Причина популярности в том, что такое жилье обходится дешевле наземного. Его изготавливают в Скандинавии и затем буксируют к голландским берегам.

Во-вторых, вместо дорожного покрытия, за которым надо следить и время от времени менять, для перемещения грузов служит вода. Люди же на короткие расстояния перемещаются либо по сухопутным тротуарам и мостикам, либо по трубопроводам метрополитена. Похожая организация движения — отнюдь не новость. Уже более тысячи лет она служит жителям Венеции и ни у кого не вызывает особого раздражения. Помимо сокращения загрязнения воздуха при этом существенно уменьшаются и затраты жителей, поскольку нет ни возможности, ни необходимости тратить на покупку и содержание личного автомобиля.

Все коммуникации проходят в воде, поэтому не нужны земляные работы для их прокладки.

Город-конструктор

Особенности строения океанского мегаполиса вытекают из его размеров, возможностей конструкционных материалов и пропускной способности трубопроводов.

Прежде всего все трубопроводы и плавучие дома должны быть связаны в жесткий трехмерный каркас. От его жесткости и будет зависеть допустимые скорости движения грузов и поездов.

Магазины в ОТСМ будут только виртуальные, с автоматической доставкой покупок на терминал плавучего дома, например, пневмопочтой по соответствующему трубопроводу. Любителям шопинга придется копаться на виртуальных витринах и прилавках в своем компьютере. Следующий логичный шаг — отказ от наличных денег и переход на виртуальные.

Благодаря климату и высокой скорости самоочистки в ОТСМ выгодна любая промышленность, включая птицефабрики и молочные фермы, так что без работы никто не останется, а качество продуктов не снизится. Безусловно, рацион океанских жителей будет богат свежими морепродуктами — моллюсков, креветок и прочих морских животных иногда станет выгодно выращивать прямо под плавучими домами.

Вероятно, плавучие дома следует рассредотачивать в кварталы — плавающие острова. При правильном конструировании домов по единому стандарту жесткость каркаса трубопроводов не помещает их рассредоточке или, наоборот, рассредоточке с новыми домами или с соседним плавучим кварталом. Можно легко изменять все строение города и прежде всего ширину водяных «улиц».

Дома из магмы

Из какого материала следует изготавливать плавающие дома и прочие сооружения сверхмегаполиса? Ведь фактически речь идет о создании плавучих островов: помимо зданий на них должны располагаться и участки зеленых насаждений, где можно не только отдыхать, но и выращивать съедобные растения, а также содержать домашних животных. Очевидно, что для комфорта и производства продуктов питания в достаточном количестве площадь одного острова должна быть никак не менее 15 соток. Делать такую конструкцию из стальной арматуры дорого, из бетона — слишком велик будет вес.

Поскольку проект можно назвать глобальным, источник материала должен быть сопоставимым по масштабу. И он есть: базальтовая магма в глубинах Земли. Методом базальтового литья уже давно получают многие каменные изде-

лия — это и облицовочная плитка, и посуда, и минеральная вата для теплоизоляции зданий. Существует превосходный искусственный силикатный минерал — ситалл, обладающий исключительной прочностью. Базальт стоек в морской воде, а из ситаллов уже давно делают каналы и трубы. Изготавливая из базальта пористый материал, формируя при отливке искусственного острова многочисленные тоннели для прокладки коммуникаций, канализации, водоснабжения и транспортных систем, можно обеспечить острову и плавучесть, и достаточную прочность, чтобы выдержать шторм. Во всяком случае, эта задача не выглядит нерешаемой. Дело лишь за тем, чтобы материаловеды проявили фантазию и способность решать масштабные задачи подобного рода.

Можно обойтись без значительных затрат энергии на плавление базальта, используя лаву, то есть магму, вышедшую на поверхность земли и потерявшую газы. Базальтовая лава достаточно текуча и удобна для литья, а запасы неограниченны. Сейчас ее не используют по трем причинам. Во-первых, действует стереотип опасности: извергающиеся вулканы, ревущие гейзеры, вулканические бомбы, разливы все сжигающей лавы. Во-вторых, удобных, то есть расположенных вблизи поверхности, месторождений лавы не так уж и много, а те, что есть, находятся вдали от промышленных центров: Исландия и близлежащие острова, Камчатка, Курилы и другие острова Тихого океана. С другой стороны, эти месторождения нередко расположены вблизи берегов океана, что облегчает задачу перевозки плавучих домов и будет способствовать промышленному развитию прибрежных районов. Впрочем, осуществлению глобальной программы ограниченность удобных залежей не помешает, ведь их запасы неисчерпаемы. Опасной же добыча магмы станет лишь при непродуманной технологии и нарушении техники безопасности.

Производство плавучих домов из лавы даст также немалое количество тепловой и электрической энергии, ведь нагретый до высокой температуры базальт надо будет охлаждать, а тепло можно утилизировать.

Добыча магмы

В регионе мелкого залегания на берегу моря находят холм высотой в сотню метров. Если подходящего холма в регионе нет, его нужно будет насыпать. Обычные скважины для подъема магмы вряд ли могут быть безопасны.

Холм покрывают огнеупорным магмостойким кирпичом, скрепленным огнеупорным бетоном, а сверху — слоями теплоизоляции и железобетона. Вокруг

холма строят ливневую канализацию, а грунт гидроизолируют. Под шубой теплоизоляции горная порода холма быстро прогревается теплом недр, и уровень магмы под холмом поднимается вплоть до огнеупоров, то есть образуется магмасборник. Вниз к морю, к заводам по переработке магмы и строительству плавучих домов лава польется по огнеупорной, теплоизолированной трубе.

В качестве мер безопасности надо предусмотреть аварийные люки сброса магмы на обратном склоне холма, клапаны спуска вулканических газов и включаемую при перегреве магмы систему охлаждения магмасборника.

Цена вопроса

Цену новинок обычно прикидывают, беря за основу затраты на сырье и энергию. Поскольку сырье природное, затраты на него не могут быть велики, с учетом же возможности использования примерно половины тепла охлаждения можно рассчитывать, что запасенная магмой энергия тепла недр покроет все нужды заводов по производству плавучих домов-островов и связанных с ними производств. Поэтому себестоимость их товаров будет низка. Что это за товары?

Излишек магмы можно направить на получение различных веществ методами электрометаллургии. На катоде при этом восстанавливаются Na, K, Ca, Fe, Mg и другие металлы, вплоть до драгоценных, окисление на аноде даст серу и кислотные оксиды — SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 . Сера испарится, а оксиды образуют прочное стекло и пригодятся для плавучих домов. (Если же поймать серу, то она пойдет на отливку серных домов, см. «Химию и жизнь», 2001, № 8—9. — *Примеч. ред.*) Также вполне возможно выделять из анодного расплава те или другие ценные компоненты (например, оксид фосфора для удобрений). Металлы можно будет разделить на три группы. Первая — черные и цветные конструкционные металлы, вторая — драгоценные металлы и третья, самая большая по объему, — щелочные. Они в реакции с водой дадут водород и тепло, которые частично скомпенсируют затраты энергии для электролиза. Побочным продуктом окажется товарная щелочь.



А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Океан-целина и проблемы окружающей среды

В число параметров, по которым оценивают давление антропогенного пресса, входят такие, как расход ресурсов на одного человека; средняя в регионе скорость самоочистки среды; хрупкость биоценоза (степень пластичности видов, его населяющих, и число эндемиков); реакция биотопа на загрязнение (например, биоценоз поля будет погублен выбросом любой соли, кислоты или щелочи).

Каким же будет этот пресс на океане-целине?

Прежде всего, благодаря идеальному климату и благоустройству потребность ОТСМ в ресурсах гораздо меньше, чем у большинства районов на суше. Скорость самоочистки среды в теплом океане рекордна, более того, многие отходы послужат пищей или местом обитания для морских организмов. Эндемиков в открытом океане нет, а биоценозы плейстока и нектона пластичны. Нет веществ, безопасных на суше и опасных океану, а вот наоборот — множество, например те же соли. Даже прямо в ОТСМ океанская экосистема будет нормально функционировать — правда, это будет специфическая экосистема, основанная на обрастателях, обитателях рифов и мелководий. Лишь некоторым крупным видам открытого океана, таким, как киты и акулы, придется его обходить. Итак, мегаполис будет жить в мире с природой.

Конечно, и в ОТСМ человек будет потребителем общих ресурсов, и какая-то его доля в глобальном антропогенном прессе сохранится. Однако ее величину можно оценить в 20% от имеющегося. Всех желающих ОТСМ не примет, да и незачем людям навсегда покидать родные края. Лучше сделать большинство плавучих домов отелями или вузами, ограничивая сроки проживания несколькими годами.

И светские, и религиозные футурологи сходятся в том, что историю новой эры должны писать не войны и кризисы, а глобальные программы, увеличивающие возможности человека и земной жизни в целом. Не исключено, что проект океанских плавучих городов представляет собой одну из таких программ.



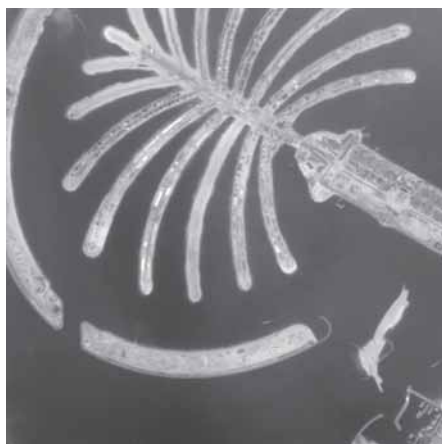
Искусственные острова

Стремление покинуть сушу и переселиться на водную гладь возникло у человека не вчера и даже не позавчера. Еще в каменном веке было начато строительство так называемых свайных поселений, в которых хижины располагались над рекой. Сейчас этим приемом успешно пользуются хозяева дорогих отелей где-нибудь в тропическом океане, например на Мальдивах, предлагая отдых в бунгало, построенных на воде.

Самый грандиозный проект по освоению акватории предприняли обитатели Нидерландов — не зря название этой страны означает «низинные земли». Год за годом, век за веком строили они дамбы, отвоёвывая у моря одну долину за другой. Позиционная война с морем продолжается и по сей день — в 1932–1968 годах голландцы намыли себе новую провинцию Флеволэнд из трех искусственных островов. В результате таких усилий целая страна оказалась ниже уровня моря, и, проезжая по дорогам Голландии, можно наблюдать корабли, плывущие заметно выше поля.

В двадцатом веке, однако, резко выросла численность населения планеты, а также количество производимого им мусора и прочих отходов. Поэтому начиная с середины века стали появляться проекты, позволяющие убить сразу двух зайцев: строить искусственные острова, используя в качестве материала эти самые отходы, будь то бытовой мусор или отвалы, которые получаются при добыче полезных ископаемых. В электронном архиве журнала «Химия и жизнь» можно найти много кратких упоминаний о таких проектах. Наиболее полная подборка осуществленных проектов строительства искусственных остров приведена на сайте http://www.federationisland.ru/on_the_world.html (почему именно там, станет ясно из дальнейшего). Как правило, эти острова используют для расширения портов, аэропортов (в Гонконге, Макао, Японии) или для выставок (Канада, Япония). Иногда на них размещают и крепости, как, например, сделали датчане на намытом в 1915 году острове Сальтхольмребе.

А для создания новых мест отдыха развернулось строительство целых архипелагов. В числе первых был архипелаг из шести островов, связанных дамбами и мостами, в Майами. Сейчас центр такого строительства находится в



Так из космоса выглядит Пальмовый остров у берегов Дубая

Персидском заливе, но особенно активно оно идет в Дубае. Первый остров — Пальму Джумейру в форме листьев пальмы построили и начали заселять в 2008 году. На подходе еще два пальмовых острова (третий будет превышать по площади Париж) и архипелаг Мир — в форме карты мира из 300 островов. В Бахрейне начато строительство архипелага из 13 островов, свой остров строит и султан Катара в районе столицы султаната Дохи. На всех этих островах расположатся дорогие отели и виллы обеспеченных людей. Эти грандиозные проекты показывают, что в начале XXI века островостроительство вошло в новую фазу — создание экологической ниши для определенной группы людей (назовем их моритами, от слова «море»), ведущих в основном праздный образ жизни либо зарабатывающих деньги на хлеб с маслом удаленно, то есть сидя за монитором компьютера.

Еще одним проектом такого рода должен стать архипелаг Федерация в Черном море в районе Сочи, причем его также собираются оплачивать арабские финансисты. Предварительная стоимость — 6 миллиардов долларов в ценах 2008 года.

По мысли авторов проекта, который осуществляет группа компаний «М-индустрия» из Санкт-Петербурга (именно ей и принадлежит упомянутый сайт), очертания архипелага, который расположится в бухте у побережья Хосты напротив горы Малый Ахун, будут походить на Российскую Федерацию. В архипелаг войдут несколько островов с гористым рельефом, разделенных проливами (главные из которых символизируют три великие русские реки — Волгу, Обь и Лену), а общая площадь составит 260 га. Фактически в городе Сочи появится новый район.

Со стороны моря Федерацию защитят от штормов три гигантских волнолома в форме полукруга. И проливы между островами Федерации, и разрывы в волноломах должны обеспечить беспрепятственное движение морской воды к острову и от него, чтобы не получилось застойной зоны. Во всяком случае, расчет, проведенный черноморским филиалом Института океанологии РАН, показывает, что этих проливов должно хватить для нормального водообмена. Старожилы, правда, вспоминают, что даже не столь радикальное воздействие на море может вызвать весьма неприятные последствия. Например, углубление дна в районе той же Хосты, откуда добывали материалы для массового строительства в шестидесятые годы, привело к тому, что все песчаные пляжи в этом районе смыло. Однако, возможно, современные методы расчета позволят учесть подобное поведение морских волн и течений.

Чтобы построить остров, на дно моря насыплют слои камней, гравия, гидроизоляции, бетона и песка. Песок будет покрывать также искусственное побережье, создавая пляжи по всему периметру островов. Внутренность же архипелага напоминает строение плавучих островов, предлагаемых В.Кальменсом в предыдущей статье. Сначала предполагалось, что на территорию архипелага люди будут попадать по тоннелю, проложенному с материка, и станут на своих автомобилях перемещаться по всем островам. Однако потом концепция изменилась. Теперь предполагается, что все перемещения по поверхности архипелага будут происходить на электрическом транспорте, а автомобили жителей и гостей останутся в подземных гаражах. Вообще, все основание островов будет пронизано несколькими ярусами тоннелей, в которых расположатся, кроме стоянок для автомобилей, магазины, развлекательные центры и технические службы. Наверх же вынесут только жилые помещения и заведения общественного питания.

Естественно, на островах предусмотрены порты для яхтсменов и стоянки для катеров. Возможно, на волноломах построят терминалы для разгрузки крупных морских судов. Одновременно в акватории архипелага могут найти



ТЕХНОЛОГИИ И ПРИРОДА



Рис. «М-Индустрия»

пристанище 900 яхт разного класса, а жить на нем будут 40 тысяч человек. Предполагается, что стройка начнется в четвертом квартале 2009 года и закончится в 2013-м, чтобы продемонстрировать результат — искусственные острова и всевозможные объекты недвижимости — гостям Олимпиады 2014 года.

Что же касается морских растений и животных, то волноломы и основания искусственных островов станут для них дополнительным жизненным пространством, своего рода искусственными рифами, вокруг которых сложатся соответствующие этим условиям экологические системы.

крыть стены термостабилизирующей краской — она поможет сэкономить на кондиционерах. Тот же электротранспорт, как наземный, так и водный, можно сделать на алюминиевом источнике с переработкой отходов на материке, что снизит потребность в электроэнергии. Ну а отходы, если их сортировать и большую часть перерабатывать на биогазовых установках, превратятся в доходы — газ для отопления в холодную пору и удобрения. Получать пресную воду логично с помощью опреснительных установок нового типа, например работающих от солнечной энергии. Если подобная программа была бы хоть частич-

Макет архипелага Федерация

2008 году предложил бельгийский архитектор Винсент Каллебо. Насмотревшись на тропические кувшинки, он придумал плавающий экополис для климатических беженцев — лилипед, форма которого напоминает лист нимфеи. В нем имеются центральная лагуна, заполненная дождевой водой, две высокие горы и низинная часть. Лагуна, дно которой находится существенно ниже уровня моря, служит не только для хранения запасов воды, но и для обеспечения устойчивости. В разных концах лилипеда (а их у него четыре) расположе-

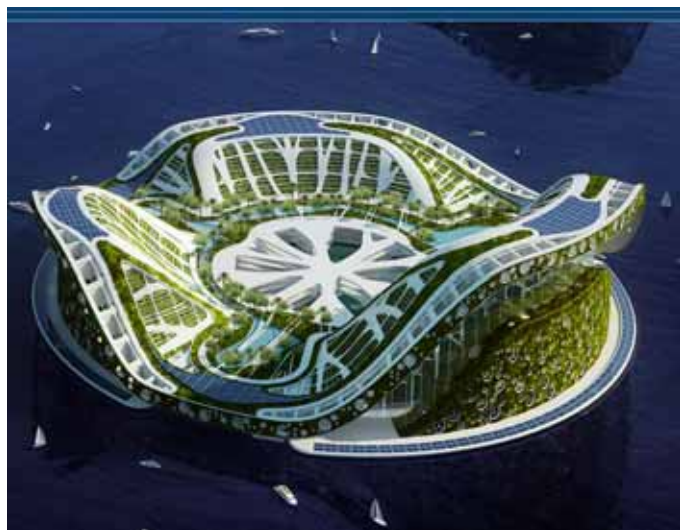


Рис. Vincent Callebaut architectures, www.vincentcallebaut.org

В бродячем поселении океанитов, лилипеде, есть возможность развивать не только сухопутные, но и морские экосистемы

Энергию и пресную воду архипелаг будет получать с материка, туда же отправлять отходы. Как известно, в Сочи есть серьезные проблемы и с водой, и с энергией, и с утилизацией отходов. Поэтому хорошо бы создателям проекта задуматься о высокотехнологичных приемах вроде тех, о которых «Химия и жизнь» не раз рассказывала. Это могут быть всевозможные волновые электростанции, которые размещаются в открытом море по внешней границе волноломов, или крыши и стены домов, покрытые солнечными батареями. С учетом в общем-то теплого климата черноморского побережья, можно оснастить здания солнечными нагревателями воды, а заодно по-

но реализована, архипелаг Федерация имел бы шансы стать самым настоящим прообразом поселка XXI века, жители которого рачительно распоряжаются ресурсами, с тем чтобы уменьшить свой экологический след. Все предпосылки для этого есть.

Однако XXI век добавил новых забот, и прежде всего жителям прибрежной полосы. Ведь глобальное потепление с таянием ледников способно сильно повысить уровень Мирового океана. С этим можно бороться либо строительством все новых и новых защитных дамб, либо формированием еще одной экологической ниши, на сей раз океанской, обитателей которых стоит назвать океанитами, последователями моритов. Один из фантастических проектов такого рода в

ны промышленная, офисная и жилая зоны. Влекомые силой течений и ветров, лилипеды дрейфуют по океанам, обеспечивая своим обитателям постепенную смену климата. Впрочем, наверно, лилипед можно и закорить в подходящем месте, где со временем возникнет стационарный плавучий город, которому никакое поднятие океана нипочем.

Очевидно, что если связанные с неподвижной твердью островов мориты представляют собой вполне органичную часть нашей цивилизации, то обитатели бродящих океанских городов, океаниты, создадут совсем другую культуру. Интересно бы посмотреть какую.

А. Мотыляев

Великие велики

Борис Индриков

Заняться этим исследованием нас, группу российских историков и художников, заставило сообщение о сенсационной находке во Франции, на территории замка Шато Гайар. Это был древний велосипед, созданный в период правления английского короля и по совместительству герцога Нормандского Ричарда I Львиное Сердце, который и построил этот замок, — то есть в 1189–1199 годы. Весной — летом 2008 года находка наделала немало шума, поэтому нам захотелось получше разобраться в архивных документах, чтобы поискать другие подтверждения древнего происхождения двухколесного средства передвижения. Результаты превзошли самые смелые наши ожидания.

Рыцаресипед из Шато Гайар

После того как британские археологи, проводившие раскопки, извлекли остатки древнего велосипеда и очистили их от наслоений грунта, инженеры смогли воссоздать схему этого средства передвижения. Как оказалось, его рама максимально облегчена и имеет перегородчатую структуру, наподобие крыла самолета: стальные прутья, идущие вдоль рамы, прикреплены к поперечным подковообразным пластинам. Снаружи рама обшита элементами рыцарских доспехов, в частности использованы наручи и наплечники, скрепленные между собой круглыми заклепками. Вынос руля и сам руль сделаны из рукояток мечей. Части лезвий мечей (видимо, пришедших в негодность на полях битв) были использованы как жесткие профили для усиления прочности конструкции. Седло крепилось с помощью восьми кованых металлических дуг, которые служили амортизаторами во время езды. В отделке седла использовали кожу и ткань, остатки которых найдены при раскопках. На раме в качестве емкости для воды закреплен рог с металлической крышкой.

Особого внимания достойны колеса этого чудо-велосипеда. Чтобы уменьшить тряску во время движения, на металлические обода наматывали конский волос, затем оборачивали их лентами из грубой кожи и лишь после этого в колесо монтировали массивные



Полный герб ордена
Солнца и Луны



стальные спицы с гравированным узором. Снаружи на обод — металлические пластины, которые могли сдвигаться относительно друг друга в процессе качения. Колеса надежно защищали «кожухи-крылья», сделанные из частей кирас и латных перчаток. Поражает и то, что есть цепная передача. Конечно, она известна людям давно, еще Герон использовал подобные механизмы для передвижения декораций в афинском театре. Однако удивительно, как смогли средневековые мастера изготовить такие мелкие металлические детали в XII веке.

А двенадцатый ли это век? Мнения ученых разделились. Исходная датировка проведена по найденным в захоронении монетам, однако они могли туда попасть случайно. Французские специалисты по рыцарскому вооружению считают, что, по крайней мере, часть кирасы, наручи и латные рукавицы изготовлены в Милане во второй половине XV века. Это подтверждает и наличие на некоторых частях доспехов клейма мастера миланской школы из династии Миссалья, и данные рентгеноструктурного анализа фрагментов кирасы, который выявил структуру, характерную для миланских доспехов этого периода.

Велосипед-солнце

Как показало изучение литературы, средневековые велосипеды находили и раньше, просто о них мало кто знает. Еще в 1962 году весь мир облетела

весть об уникальной находке французских археологов на территории Версаля. Тогда, во время раскопок, разрешенных правительством Франции, в одном из колодцев обнаружили боковую галерею, которая вела в обширное подземелье дворца. Там среди прочих предметов нашли велосипед, который вскоре получил название «Король-солнце» в честь короля Людовика XIV. В то время неожиданная находка вызвала немало споров среди археологов и историков, многие посчитали ее фальшивкой. Дискуссии привели к тому, что при историко-археологическом факультете Кардиффского университета был создан международный исследовательский центр, посвященный этой проблеме, который объединил ученых-единомышленников из нескольких ведущих университетов мира. На протяжении многих лет они собирали инфор-



Велосипед Короля-Солнца



РАССЛЕДОВАНИЕ



Велосипед в раскопе

мацию в архивах, общались с коллекционерами, участвовали в археологических и этнографических экспедициях, изучали исторические документы, произведения литературы, искусства — и достигли успеха. Первой удачей было обнаружение частной коллекции соучредителя аукционного дома «Sotheby's» Андреа Кастилеса, в прошлом шоссейного велогонщика, участника «Джиро д'Италия» 1951 года и «Тур де Франс» 1955 года.

Один из принадлежащих ему шедевров — работа знаменитого итальянского художника Сандро Боттичелли (1445—1510). Начиная с 1492 года в течение восьми лет Боттичелли создает грандиозный цикл иллюстраций к «Божественной комедии» Данте. Рисунки выполнены металлическим штифом на больших листах пергамента. Почти все они обведены пером. Каждой песне посвящен один рисунок. Несколько рисунков к «Раю» не закончены, а к XXXI песни «Чистилища» мастер выполнил два варианта рисунка. Один из них и находится в коллекции Андреа Кастилеса. На этой иллюстрации, описывающей апокалиптическое видение, по бокам священного кортежа, ведомого се-

мью ангелами, расположены евангельские животные: орел, крылатый телец, крылатый лев и ангелоподобный человек с книгой. В повозку с сидящей Беатриче запряжен грифон. «Двуколая, меж четырех зверей Победная повозка возвышалась, И впряженный Грифон шел перед ней» (Данте «Божественная комедия», «Чистилище», п. XXXI). Сюжет вполне классический, однако рядом с приветствующим процессию человеком в нижней части иллюстрации легко разглядеть велосипед.

Другая неизвестная работа Боттичелли, видимо созданная в то же время, что и знаменитый портрет св. Августина (1495), поскольку задние планы у них похожи, не говоря уж о составе красок и грунта, изображает явно женский велосипед. В своеобразии его декора просматривается связь с более ранним шедевром мастера — «Рождением Венеры». Искусствоведы выяснили, что при жизни Боттичелли этот «портрет велосипеда» не нашел признания у зрителей. Однако остаются вопросы: как пришел Боттичелли к замыслу такой необычной работы? Почему велосипед явно женский? И при чем тут «Божественная комедия»? Велосипед Беатриче? Вскоре после смерти художника картина была вовсе забыта, долгое время хранилась в Государственном музее в Берлине, а исчезла во время Второй мировой войны.

Третья картина из той же коллекции принадлежит кисти Яна ван Эйка (1390—1441), мастера портрета раннего Средневековья. Каждый знает его шедевр — «Портрет четы Арнольфини». А вот совершенно фантастическая по замыслу и в то же время не-

Иллюстрация Сандро Боттичелли к XXXI песне «Чистилища»



реально-реальная, блистательно исполненная велофантазия художника никому не известна. Видимо, ван Эйк изобрел не только масляные краски, но и замечательный велосипед — эдакий байк для знатного вельможи, «высоко сижу, далеко гляжу», у которого предусмотрена даже лесенка, чтобы забираться.

Как показали дальнейшие поиски, Ганс Гольбейн Младший (1497—1543), выдающийся портретист и придворный художник Генриха VIII, тоже был не чужд велосипедной теме.

Характерно, что на оборотной стороне работы Боттичелли, на дубовой доске с велосипедом ван Эйка и некоторых других средневековых изображениях такого рода обнаружены схожие эмблемы — щит с коронованным львом, опирающимся на два колеса, и над ним восходящее солнце и полумесяц. Что бы это значило? Рыцарский орден велосипедистов? Это предположение подтвердилось при последующем расследовании.

Велоорден Солнца и Луны

Изучение старинных хроник показало, что первое упоминание о таинственном «Ордене Солнца и Луны» встречается в рукописи «Faits des romains» («Деяния римлян») — переработанной в 1230—1240-е годы французской компиляцией из произведений Саллюстия, Лукиана и Светония. На миниатюре из старинной рукописи впереди войска, выступающего из крепости, виден воин верхом на двухколесной повозке, удивительно напоминающей велосипед. Примечателен его щит: на красном фоне восстающий лев, который опирается на два колеса. Более поздние варианты этого герба встречаются, например, в Общем гербовнике XIV столетия («белленвильская рукопись»), где герб короля Англии сопровождают гербы его вассалов. На фрагменте из гербовника XV века опять то же изображение. В полном варианте над щитом изображено восходящее Солнце, поверх которого — Луна. Также на гербе присутствуют щитодержатели: противостоящие серебряные крылатый лев и грифон, каждый из которых опирается на колесо. Внизу, на стилизо-



*Ганс Гольбейн Младший
исполнил портреты
Генриха VIII и его
велосипеда в схожей
манере*



*На таком велосипеде разбегжали
вельможи времен Яна ван Эйка*

ванной ленте, латинскими буквами написан девиз ордена: «In velox libertas». Перевести это можно так: «свобода в быстроте», «в скорости освобождение» или «быстрее к свободе». Перевод неоднозначен, как и символика: Луна и Солнце, которые вечно катятся по небосводу, сменяя день ночью, видимо, символизировали для членов ордена два колеса необычных средств передвижения, стремительно несущих их к свободе.

Колесо со спицами появилось около 2000 года до н.э., и за ним закрепился солярный символизм. Колесо — символ солнечной энергии, а Солнце — это колесо, вращающееся в небесах: Солнце — центр, спицы колеса — лучи. У велосипеда одно колесо догоняет другое, как Луна вечно догоняет на небе Солнце. Луну, изображенную поверх Солнца, мы встречаем и на современном гербе города Милана, а крылатый Лев, связанный с именем святого Марка-евангелиста, — символ Венеции. Скорее всего, символи-

ка Милана и Венеции в гербе рыцарей «Ордена Солнца и Луны» не случайна и говорит о том, что свои уникальные по тем временам средства передвижения они, возможно, изготавливали в Северной Италии, в тех же ремесленных мастерских, где располагалось самое крупное в средневековой Европе производство рыцарских доспехов.

Сегодня можно с достаточной степенью достоверности утверждать, что в XII—XV веках в Европе возникла тайная организация, именовавшая себя «Рыцарским Орденом Солнца и Луны». Рыцари этого ордена передвигались с помощью двухколесных экипажей, «железных коней», по сути оказавшись первыми воинами-велосипедистами Средневековья. Они вполне могли участвовать в боевых действиях наряду с обычными рыцарями. Быстрота, маневренность и неуязвимость «железных всадников» представляли серьезную опасность для противника. А необычный, апокалиптический вид воинов несущихся с диким галопом по полю без помощи привычных глаз лошадей, способствовал внезапности атаки и обращал противника в паническое бегство. Рыцари ордена могли совершать длительные походы с минимальными запасами еды и снаряжения, так как им не нужно было обслуживать и кормить лошадей.

Гербовник XV века



Иллюстрация из рукописи «Fais des romains»

История знает примеры участия воинов-велосипедистов в боевых действиях. В 1885 году в Британии даже была создана воинская часть Brighton Rifles («Винтовки Брайтона»), которая на высоких велосипедах с большими передними колесами (так называемые пауки) впервые противостояла кавалерии. Опыт был признан удачным, и в Англо-бурской войне 1899—1902 годов британская армия часто и успешно применяла велосипеды. Велосипедные части были созданы во Франции, Германии, Италии, Бельгии, Швейцарии, Китае, Японии и России. И в Первой, и во Второй мировой войнах армейские велосипедисты хорошо себя зарекомендовали.

Много тайн хранит Земля, но еще больше неизведанного в самом человеке. Рыцари «Ордена Солнца и Луны»... Кто были эти люди, бросившие в оскаленную пасть мрачного, жестокого Средневековья свой девиз «In velox libertas»? Впервые за многие тысячелетия человек ехал, двигая себя сам, и загнанная лошадь не хрипела под ним. Мчался он через леса и поля, своими усилиями вращая Солнце и Луну, приводя в движение всю Вселенную, и чувствовал себя равным Богу.

Человек на рыцаресипеде не стяжал, он служил и отдавал себя. Велосипед — самое рыцарское средство передвижения, поскольку велосипедист отдает свои силы, а не забирает силы других; находится в гармонии с природой, а не порабощает ее. А если глубже, то отношение к велосипеду предопределяет выбор человека в главных вопросах существования: иметь или быть? брать или отдавать? найти свой путь к себе или идти по пути, который выбрали за тебя другие? Каждый решает сам. Как гласит старинный рыцарский девиз: «Fais se que dois — adviene que pourra», в переводе с французского — «Делай, что должен, и будь что будет».



СОРБОМЕТР™

АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предназначены для исследования текстурных характеристик дисперсных и пористых материалов, в том числе нанокompозитов, 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 многотоочечным методом БЭТ и STSA, объема микро- и мезопор
- Расчёт распределения мезопор по размерам

Области применения

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

Слива

Откуда взялась слива? Дикой сливы в природе нет и никогда не было. Она возникла в результате случайной гибридизации дикорастущих сливы колючей (терна) и сливы растопыренной (алычи). Произошло это скрещивание в незапамятные времена, ученые полагают, что на Кавказе. Люди сразу заметили крупноплодный гибрид, который отличался в лучшую сторону от обоих родителей. Достоверно известно, что в IV—VI веках до н. э. культурную сливу выращивали в Египте и ели не только свежей, но и в виде разнообразных домашних заготовок. В VI—VII веках н. э. азиатские торговцы завезли сливы в Грецию. Сначала они стоили огромных денег, но вскоре греки и сами научились выращивать их. А в Россию слива попала только в середине XVII века из Западной Европы. Государь Алексей Михайлович любил разные садовые и огородные диковины, и слива поначалу была в их числе, но очень скоро этот экзот распространился по российским садам.

Какая бывает слива? Славянское слово «слива» предположительно произошло от латинского *livor* — «синий», однако плоды сливы бывают синими далеко не всегда. Существует более 2000 сортов слив, которые объединяют в пять групп. Слива яичная имеет крупные плоды красного, лилового или желтого цвета. У венгерки плоды черные или почти черные. В основном их используют в сушеном виде под названием чернослив. Слива ренклод крупная, желтовато-зеленоватая, почти круглая. А мирабель кругленькая и мелкая, вкусом и формой напоминает алычу. Тернослива похожа на другого родителя сливы, терн: ее плоды мелкие, темные и терпкие на вкус.

Чем полезна слива? Химический состав плодов сливы весьма разнообразен и зависит от сорта, степени зрелости плодов и условий произрастания. Слива содержит от 9 до 17% сахаров (примерно поровну глюкозы и сахарозы и значительно меньше фруктозы), кроме того, 1—2% пектина, органические кислоты, в основном яблочную и лимонную, и около 1% дубильных веществ, фенольные соединения, преимущественно флавоноиды — кверцетин, изокверцетрин, антоцианы и лейкоантоцианы, обладающие капилляроукрепляющим и противосклеротическим действием.

Ценность сливе придают и витамины группы В, никотиновая и фолиевая кислоты. А по содержанию витамина Е слива превосходит черешню, вишню, апельсин, мандарин и грушу, но уступает персикам и плодам шиповника. Различные сорта сливы содержат от 0,1 до 2,7 мг/100 г каротина (провитамина А). Каротином богаче желтые плоды. Из минеральных веществ есть соединения калия, железа, йода, меди и цинка.

От чего лечит слива? Сливу издавна применяют в медицинских целях. Это известнейшее слабительное, действие которого объясняется большим количеством клетчатки. Слива, особенно венгерка, прилежно выводит из организма продукты обмена и токсины, нормализует работу желудочно-кишечного тракта и печени, а также оказывает благотворное влияние на нервную систему и помогает бороться с усталостью. Чернослив способствует выведению холестерина из организма, поэтому улучшает состояние больных атеросклерозом. Недаром люди, желающие заняться собой, начинают с очищения кишечника. Испанские диетологи рекомендуют на день-два сесть на сливовую диету: только сливы и минеральная вода или травяной чай. Слив надо съедать не меньше килограмма в день. Очищать организм можно и сливовым соком. Его рекомендуют пить по стакану дважды в день до еды. Для вкуса и большей пользы сок из 0,5 кг слив можно смешать со столовой ложкой натурального апельсинового сока и чайной ложкой меда. Однако тут важно не переусердствовать: слива вызывает расстройство желудка у маленьких детей, а в больших количествах и у взрослых. Кроме того, ее не следует употреблять кормящим матерям во избежание вздутия живота и поноса у ребенка.

Сливы содержат соли калия, которые способствуют выведению из организма избытка воды и хлорида натрия, поэтому их рекомендуют при заболеваниях почек и гипертонической болезни. Народная медицина считает сливы полезными при ревматизме и подагре. А недавно ученые выяснили, что по количеству антиоксидантов эти фрукты не уступают чернике, а иногда и превосходят ее.

Сливу применяют и наружно. Мякоть ее плодов, богатая рибофлавином, спо-



способствует снятию красноты лица при дерматозах, экземе и угревой сыпи. Даже сливовые листья полезны. Они содержат кумарины, которые обладают способностью предупреждать развитие тромбов в кровеносных сосудах и излечивать тромбозы, а также расширять коронарные сосуды и оказывать успокаивающее действие. Отвары и примочки из свежих и высушенных листьев применяют также как ранозаживляющее средство, а сливовый клей (натеки на стволе) в старину использовали при лечении язв, конъюнктивитов и для укрепления зрения.

Как выбрать и сохранить сливу? Плоды сливы должны быть плотным и пружинить, если их слегка сжать в ладони. Они быстро созревают и могут храниться при комнатной температуре несколько дней, а в холодильнике еще дольше. Для долгого хранения сливы можно заморозить на открытом подносе, затем поместить в пластиковый пакет и положить в морозильник.

Что можно приготовить из сливы? Свежую сливу можно использовать как гарнир к мясу, если запечь ее на гриле. Подготовка фрукта требуется минимальная: помыть, вытереть и вынуть косточку. Но есть и более изощренные рецепты, когда кусочки сливы обжаривают в масле и тушат или варят со специями. Все, что не смогли съесть, запечь, заморозить или засушить, пускают на сок. И конечно, слива — первейшее сырье для всякого рода заготовок. Сливовый джем и варенье известны всем. Чтобы фрукты в отваренном виде сохранили форму, жидкость не должна сильно кипеть, только побулькивать, иначе слива развалится за считанные минуты.

Блюда из слив не обязательно сладкие. В рецептах русской кухни есть слива маринованная и слива моченая. Поскольку последний рецепт сейчас незаслуженно забыт, мы его приведем. Один килограмм слив укладывают в банку, добавляют корочку ржаного хлеба и заливают кипящей заливкой (0,5 л воды, по 10 г соли и сахара, 3–4 бутона гвоздики). Сверху кладут гнет и банку оставляют на два-три дня при комнатной температуре. Потом ее нужно переставить в холодное место. Моченую сливу подают к мясу, заливной рыбе, добавляют в винегреты и салаты или едят просто так.

Еще один рецепт — пикантные сливы. Пикантность заключается еще и в том, что из слив не нужно вынимать косточки. Плоды просто накалывают острой палочкой и укладывают в большую банку. В 750 мл кипятка добавляют уксус, пряности, дают прокипеть и сразу заливают сливы. На следующий день маринад сливают, кипятят в закрытой посуде 4–5 минут и снова заливают сливы. Эту манипуляцию повторяют четыре-пять раз, после чего сливы охлаждают и хранят закрытые банки в прохладном месте. На 1 кг твердых слив нужно 250 мл 6%-ного обычного или яблочного уксуса, 250 г сахара, а гвоздику и корицу добавляют по вкусу.

Какой прок от сливовой косточки? От 5 до 12% плода сливы занимает косточка, а в косточке есть ядро, содержащее до 42% жирного масла. Это масло отжимают методом холодного прессования.

Свежее сливовое масло состоит главным образом из олеиновой кислоты с добавлением линолевой и небольшим количеством других кислот. Оно имеет цвет от золотисто-желтого до коричневого и обладает запахом и вкусом горького миндаля благодаря амигдалину. Этот гликозид содержит цианогруппу, но в сливовом масле его слишком мало (не более 1,8%), и отравиться им нельзя. Масло сливы используют в пищевой промышленности, оно придает миндальный аромат конфетам, мороженому, марципанам и ликерам. Благодаря высокому содержанию витамина Е масло сливы очень стойко к окислению и выдерживает нагревание до 180°C без потери свойств, поэтому его используют также для заправки горячих блюд. Сливовое масло смешивают со специями и другими маслами: для придания стойкого аромата его нужно совсем чуть-чуть.

Масло сливы — ценное сырье для парфюмерной промышленности. Оно легко втирается в кожу, не оставляя жирного блеска. Биологическая активность масла определяется наличием антиоксидантов, ненасыщенных жирных кислот, витамина Е и фитогормона ситостерола. Высокое содержание олеиновой и линолевой кислот улучшает цвет лица и поддерживает здоровые клетки кожи. Кроме того, масло препятствует потере коллагена, питает и омолаживает кожу. На волосах оно оставляет легкую защитную пленку, поэтому его используют в кондиционерах. И разумеется, сливовое масло — прекрасный естественный ароматизатор.

Н. Ручкина



НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

Художник Е. Станикова





За твоей спиной

*Objects in mirror are closer than they appear
(надпись на зеркальце заднего вида)*



Галина Викторова

ФАНТАСТИКА

Они возникают из ниоткуда.

Сначала тихие, едва уловимые, на границе слуха. Постепенно становясь все громче и громче, они заглушают сердце, бесшумно забивающее невидимые сваи, разрастаются до грохота, грома; от них закладывает уши, и ужас холодной ладонью проводит по ложбинке вдоль позвоночника.

Неровные, неритмичные, шаркающие. Шаги.

Шаги за моей спиной.

Оглядываюсь на год назад, в прошлый сентябрь, думаю.

Если б могла я заранее знать, какие испытания и потрясения готовит мне Североград, решила бы я поехать?

И отвечаю — нет. Не решила бы.

Но тогда, плавая в коктейле из бабьего лета, сбывшихся надежд и радостных ожиданий (сладкая сливочно-ванильная смесь, в которой расставание с родителями и жизнь в общежитии казались стружками горького шоколада — горького, но все же шоколада), тогда я была глуха к недобрым предзнаменованиям.

Помню, с какой пренебрежительной, самоуверенной усмешкой отмахнулась я от цыганки на рынке.

«Красавица, остановись, послушай!. Беда нависла, беда, вижу: дальняя дорога, злой рок. Кровь вижу... Позолоти ручку...»

Мельтешит кофта с дешевыми блестками, многослойные юбки метут пыльный асфальт, а я пролетаю над, высоко над, недостижимо над, я лечу в Североград, уже завтра, завтра!

Прочь от ласковой, но бдительно-твердой семейной опеки, на волю, в пампасы! Уа-ууу! В Североградский технологический университет!

Я, выпускница крохотного Озерского филиала, где вечный выцветший лозунг над крыльцом, георгины и белые флоксы, и вахтерша тетя Валя ушла доить козу, ключ под ковриком.

Я — в аспирантуру! В СГТУ!

Видение: широкая мраморная лестница, алая ковровая дорожка. Восторженно вопящая толпа, суетятся нервные корреспонденты, машут микрофонами. Вспышки фотокамер. Поигрывают бицепсами каменнеликие секьюрити. Я (в вечернем платье, в темно-лиловом атласном платье, в платье от Версаччи Карденовны Шанель, с вот такненным разрезом сбоку!), я иду по ступеням... нет, даже не иду, я слеую, возношусь, вот! Вверх, в светлое будущее, в небеса, туда, где мерцают в завораживающем бриллиантовом тумане учеба, диссертация, сказовая карьера...

Если добавлю «любовь», вы, вероятно, подумаете, что я храню мозги в атласной коробочке под слоем сахарной пудры? Ну что ж, ваше право.

И любовь, конечно. Во всяком случае, впервые укладываясь спать в облезлой общежитской комнатенке, я прошептала в подушку: «На новом месте приснись, жених, невесте». И, подумав немного, для верности добавила: «Суженый-ряженный, приди ко мне наряженный». Хотя ненаряженный суженый меня тоже вполне устроил бы.

Увы, вместо кареглазого брутета на белом коне-мерседесе-лайнере мне приснилось нехорошее: погребальный колокольный звон, кладбищенские кресты в глубоком снегу, а от крестов — длинные черные тени. Белесые в лунном свете во-

роны, кричат мерзкими голосами «Кар! Карр! Крр-рровь, крр-рровь! Позолоти рр-рручку, крр-ррасавица! Каррр!» Чьи-то когтистые синюшные руки тянутся ко мне из темноты, и я, захлебываясь ужасом, пытаюсь бежать. И, как положено в приличном кошмаре, не могу сдвинуться с места...

О невесомое легкомыслие юности! Поутру я и думать забыла о мрачных видениях, списав их на усталость, злых осенних комаров и стресс. А как не быть стрессу: днем меня должны были представлять кафедре, а я умудрилась посадить жирное несмываемое пятно на лучшую юбку.

Мам, пап, приветтики! У меня все нормально, я не болею — не болею, не болею, правда.

Знакомилась сегодня с кафедральным народом, народу много-о-го, никого не запомнила совершенно. Но это дело наживное.

Официально моим научным руководителем значится завкаф. Его зовут Евклид Евклидович, прикиньте! Грек он, и фамилия у него какая-то совершенно невероятная, что-то вроде «профессор Хрум-пурурум-пиди». Но на самом деле ему не до меня, мной будет заниматься доцент Липецкая. (У нее тоже с именем полный фейерверк: Нимфа Петровна, убиться можно. Романтический мэн был этот дядя Петя Липецкий, это ж надо так дочери удружить!..)

Кафедра органической химии СГТУ, которая должна была стать моим домом на ближайшие три года (это минимум, а дальше — как сложится), располагалась в допотопном строении, походившем на особняк какого-нибудь прибитого в революцию графа: колонны по фасаду, арочные окна, лепные украшения (увы, потерявшие былую форму и грацию под слоями побелки). Но при внимательном рассмотрении архитектурные излишества оказывались вязью из шестеренок, циркулей и прочей околонуточной символики, поскольку здание строилось специально для технического училища. Исторически этот корпус был первым кирпичиком, зародышем, основой института (впоследствии университета) и постепенно оброс высотными новостройками.

Я прошла наверх по парадной лестнице с затейливыми коваными перилами (почти такой, какая мне представлялась в мечтах, только без ковра и секьюрити), и первое, что меня потрясло, — это контраст почти летней жары на улице и почти могильного, жутковатого холода внутри. Кладка мощных стен была рассчитана на взрыв любой химической ерунды, но совершенно не пропускала тепло, а высоченные сводчатые потолки и узкие путанные коридоры усиливали впечатление: то ли ты в склепе, то ли в морге. Большинство встреченных сотрудников куталось в шерстяные кофты и свитера с высокими воротниками, а у некоторых даже шарфы были повязаны. Чтобы не простудиться, наивно подумала я.

Второе наблюдение: на кафедре царил тишина. Похоже, здесь было принято общаться шепотом. Впоследствии я отметила, что народ тут имел странную привычку часто и нервно оглядываться.

Кудряво-черноволосый невысокий профессор (тот самый зав. кафедрой с геометрическим именем) поздоровался со мной, задал пару вопросов, не дослушал ответов и, беспокойно потирая шею, перепоручил меня доценту Липецкой.

Нимфа-доцент оказалась пожилой, нездорово полной женщиной. Войлочные ботинки на отекавших ногах, одутловатое бледное лицо, очки с толстыми линзами.

Познакомившись, руководительница передала меня, словно эстафетную палочку, ассистенту Максиму Стрельникову, предложившему сразу перейти на «ты» и звать его Максом.

Этот Макс потащил меня на экскурсию по кафедре, вполголоса комментируя все, что нам попадалось.

А попадалось многое. Огромный амфитеатр лекционного зала (зудят лампы дневного света, хмурый лысоватый лектор вещает что-то осоловевшей аудитории), просторные учебные лаборатории (стайки студентов сосредоточенно обкапывают кислотой белые халаты), научные лаборатории размером поменьше, классы, где идут занятия (какая-то невеселая младшекурсница, стоя у доски, обреченно грызет мелок; так засыпавшийся разведчик прокусывает капсулу с цианидом, зашитую в воротничке). Преподавательские, лаборантские, запасной выход, склад, музей. И — тишина. И неестественный пронизывающий холод — везде.

— Да, тут у вас готичненько, как говорится. Прямо готовая декорация для фильма ужасов. Так и вижу себя в главной роли: Анна Сидорофф — победительница зла. Колотун, аж зубы стучат. И бледные все... Слушай, Макс, а у вас тут никакие порождения тьмы не водятся? Зомби или упыри-вампир? — Я попыталась скрыть за шуткой непонятное беспокойство.

Мой проводник остановился, словно стукнувшись о невидимую преграду. Посмотрел на меня. Никогда, никогда не забуду его взгляд.

— Нет тут никакой тьмы, не придумывай глупости. Я все лето в этих стенах проторчал, автореферат доделывал — вот и не загорел. А температура... Отопительный сезон начнется — еще жарко будет, увидишь. — Он помолчал, потирая шею точно так же, как завкафедрой (подражает начальству, сделала я очередной идиотский вывод), и немного невпопад добавил: — Ты только по вечерам не задерживайся, не советую. Транспорт в городе плохо ходит...

В музее, который был в полуподвале, под слоем пыли дремала история кафедры и ее первого руководителя, главной североградской химической знаменитости — профессора Льва Ерминингельдовича Ставровского.

Музей как музей: в витринах — книги и документы, на полках — химическое стекло, под ним — семейство ступок, от крохотной, с наперсток, до солидной, способной вместить не очень раскормленную Бабу ягу. В тяжелых шкафах вдоль стен таились медные коленчатые штуки неясного назначения, весьма научно выглядевшие. И надо всем — в центре, напротив входа, над неохватным письменным столом — потемневший портрет Ставровского. Большой портрет, в полстены. Строгая одежда, красивая трость с блестящим набалдашником (профессор повредил ногу во время неудачного опыта). Надменное узкое лицо с пронзительными глазами.

Портрет ошеломлял. Казалось, я слышу: «Да, я величина мирового уровня. Светило. Основоположник и корифей. Я заложил краеугольный, внес весомый, сделал решающий и навеки вписал, а моя именная реакция приведена во всех школьных учебниках. А ты кто, нелепая пигалица в джинсиках?» (Увы, преподавательница-юбка не просохла к утру, и вместо делового костюма мне пришлось надеть несерьезные, несолидные, просто вопиющие несолидные джинсы с розовой кружевной отделочкой).

До сих пор стыжусь этой детской выходки: уловив момент, когда Макс отвернулся, я показала портрету язык.

Ох, не нужно было этого делать!..

Так прошел первый, самый запоминающийся день, и понеслись будни. Не то чтобы совсем уж суровые и однообразные, но все же очень похожие друг на друга. И не слишком-то веселые.

Мамундели и папундели, хай!

Я по-прежнему жива, хоть и соскучилась адски. В общаге одиноко и тараканно, поэтому я как можно больше времени провожу на работе. Тем более что Нимфа продыху особого не дает. То у нее некая идея, то прозрение, то инсайт — а мне все ее теории проверять. Практикой. Тяжким, понимаете ли, непосильным трудом.

Тесной дружбы я пока ни с кем не завела, — наверно, времени прошло еще мало. И мне кажется, сторонятся меня как-то. Тут все друг друга сто лет знают, а в аспиранты обычно берут своих же кафедральных студентов, знакомых с первого курса, проверенных уже, обсосанных на дипломе. А я — со стороны, чужачка.

Но ничего, прорвемся!

Да, статью нашу приняли в «Colloid and Polymer Science»! Это серьезно, гордитесь мной. И не вздумайте филонить: как следует, старательно гордитесь. Приеду — проверю! Поймаю на лени — заставлю пере-гар-жи(ди?)-вать-ся.

Па, скажи маме (убедительным голосом), что консервов мне присылать НЕ НУЖНО, я тут совершенно не голодаю. А вот куртку серую...

Лаборатория, где работала Нимфа Петровна и где мне выделили уголок, находилась неподалеку от музея, в самом конце длинного коридора. Каждый день я проходила мимо открытой музейной двери. Дверь действительно была «музейной» — раритет, ровесница птеродактилей. Она держалась на массивных узорных петлях, позвякивала огромной щеколдой, да-да, именно щеколдой, уж у нас в Озерске я этого добра навидалась. И каждый день меня заставлял поежиться ледяной взор Ставровского.

С начальницей я нашла общий язык неожиданно легко: главное было с ней не спорить. Несмотря на вечно поджатые губы, она оказалась вполне адекватным человеком. Пожалуй, из всего коллектива я больше всего сблизилась именно с ней. И ее болезнь стала для меня тяжелым ударом.

Это случилось уже по весне, когда сугроб перед окном просел, позволив солнечному лучу ненадолго, на полчаса всего, заглядывать и в нашу лабораторию. Луч чувствовал себя неуверенно, осторожно обходил трехгорлые колбы и воронки Шотта, трогал лапкой дистиллятор и снова прятался за занавеской.

Нимфа в эти дни отмечала юбилей и получила множество поздравлений, в том числе и по электронной почте. Субботним вечером она решила задержаться на работе, чтобы ответить на письма. Своего компьютера у нее не было. Я предложила помочь, зная, что руководительница — еще тот хакер, техники она, правда, не боялась, как многие ее ровесники, но асом не была. Да и артрит не позволял ей бойко колотить по клавиатуре. Однако Петровна от помощи отказалась, сказав, что переписка — дело личное, и уж с мейлом-то она как-нибудь справится.

Почему, ну почему я послушалась?..

Кто в двенадцать ночи вызвал «скорую», так потом и не выяснили. Да особенно и не выясняли: человеку плохо, спасать надо, а не вопросы задавать. Врачам пришлось долго объясняться с сонным вахтером, чтобы попасть в вымершее здание, в закрытую изнутри комнату.

Инсульт...

Странное дело, но после того, как самый близкий мне в этом чертовом здании человек оказался в больнице, я впервые перестала чувствовать себя чужой и потерянной. Наверно, мне просто стало некогда. Я ловила за халат пробежавшего по больничному коридору врача, я бегала по аптекам, я варила и протирала через ситечко что-то неаппетитное, но питательно-ди-

этическое, я утешала и кормила «кискасом» осиротевшую Нимфину кошку. Ко мне стали чаще обращаться на кафедре — поначалу только как к мостику, к ниточке, ведущей к Нимфе Петровне, а потом и просто так.

Дни я проводила в больнице: руководительнице моей требовалась сиделка. Чтобы не запустить основную работу, вкалывать пришлось по вечерам.

Тогда я впервые и услышала их. Шаги по коридору.

Па, не показывай это письмо маме. Это во-первых.

А во-вторых... сейчас напугаю еще сильнее, но что делать! Па, у меня проблемы. Некоторые происходящие здесь вещи я не понимаю, не могу объяснить, и от этого просто в шоке.

Ответь мне, пожалуйста, честно: у нас в роду... шизофрении ни у кого? Не надо скрывать, лучше я буду знать, что со мной творится. Скажи! Если что-то у кого-то было — значит, надо мне возвращаться домой, пока я не совершила... не знаю чего, чего-то необратимого. И лечиться, наверно.

Если же ты ничего такого не слышал, то... Но это ведь и не наследственное может быть?

Пап, я в растерянности. Я путано, наверно, пишу. В письме не объяснишь. Может, ты сможешь приехать? Отпуск за свой счет на работе, а? Только по-тихому от мамы как-нибудь...

Нет смысла подробно рассказывать, как были отвергнуты следующие версии: «послышалось», «шорохи за стеной», «потрескивание старых перекрытий», «звуки с другого этажа», «эхо» и так далее. Как я боролась с крутящимся в голове вздором о вампирах и убийцах, о бледных лицах сотрудников, о шеях, спрятанных в шарфы и воротники. Как воевала с сюрсом гипотез о причинах болезни Нимфы Петровны. Как, собрав крупичи мужества, осматривала еле освещенные переходы, дергала закрытые двери, заглядывала в углы и тупики.

Абсурд, ахинея, нелепица. Бред сивой кобылы. И эта сивая кобыла — здравствуйте, я.

Но я слышала их! И это были не шорохи, не случайные скрипы и потрескивания. Это — шаги. Глухие, уверенные. Их сопровождал периодический тихий стук.

Невидимый некто появлялся в дальнем конце коридора. Медленно, но неуклонно продвигался по зданию, заходил в лабораторию и останавливался, казалось, в паре метров от меня, от чего все волоски на моем теле вставали дыбом. Закрытая дверь не спасала. А после того как в зеркале мне привиделась маячившая за моей спиной высокая темная фигура, незнакомая, мужская (обернулась — естественно, никого), мой внутренний голос печально произнес: «Шизофрения, как и было сказано».

На следующий день я и написала то самое письмо отцу, не домой, конечно, а на рабочий адрес. Но впопыхах забыла наклеить марку и, разумеется, не указала обратный адрес...

Письмо письмом, на душе стало чуть спокойнее, но необходимости готовить доклад письмо не отменяло. Я по-прежнему почти каждый вечер оставалась последней в здании, врубив для храбрости «Ногу свело» на запредельную громкость. Без толку.

Некоторые вещи не обязательно слышать. Достаточно о них знать.

Несколько раз со мной задерживался Макс Стрельников, но постоянно просить его было неловко, а рассказать о своих страхах и галлюцинациях я не решалась.

Папа, папочка, ну где же ты? Приезжай скорее!..

Только один раз мне удалось отвлечься, забыть о жутких шагах, да и вообще почти обо всем. Две серии экспериментов не сходились капитально, самым наглым и вызывающим образом.

Да, ребята, с такими плакатами на кафедре выходить может только мальчик для битья. Решивший стать мертвым мальчиком для битья.



ФАНТАСТИКА

Заклюют. Закидают мелками и тряпками, за неимением тухлых яиц. И будут правы.

Я пересчитала все даже не трижды, перерыла записи и лабораторные журналы, перепроверила каждую запятую. Холера! И это за два дня до доклада.

Переделявать опыты времени не было. Теревить глупыми вопросами Нимфу тоже не хотелось. Врачи высказывались определенно: человеку нужен покой.

Выхода виделось два: придумать наукообразное объяснение дурацким кривым в надежде на то, что кафедральный люд его проглотит (ага, щас!), или временно подчистить, подправить результаты, чтобы несовпадение не бросалось в глаза, а уже после конференции спокойно разобраться, что к чему.

Второй вариант выглядел значительно безопаснее.

И собственно, совсем не сложно. Я уже начала передвигать по экрану первую точку, как...

Никогда раньше не теряла сознание. Отвратное ощущение, доложу вам.

Стул перевернула, со стола все свезла, у мышки шнур выдрала, головой припечаталась об пол до звона в ушах. Тошнит, шея ноет, во рту мерзость. Как там в романтических мелодрамах пишут? «Когда я очнулась, то первое, что увидела, было встревоженное лицо склонившегося надо мной...» Да-да, Максима. Ну да, как же, встревожился он! Это чудовище стояло в дверях и довольно улыбалось:

— Ну наконец-то Лев Ерминингельдыч тебя признал! Все, считай, своя.

— Кто признал? Что признал? — пропищала я, озираясь и пытаясь встать.

— Кто-кто! Ерминингельдыч в пальто. Чем он тебя? Ну-ка, ну-ка, покажи шею.

Все кружилось, шея онемела, словно к ней приложили глыбу льда.

— Зачем шею? — сопротивлялась я. — Голову посмотри. Крови не видно?

— Пустую голову осматривать смысла нет, — бормотал Макс, отгибая мой воротничок. — Синяк отсутствует. Не тростью, значит. Знаешь, какая у него трость тяжелая?.. Не, не тростью. Легонько, ребром ладони. Любя. Эх ты, небось результаты подгоняла, горемыка?

Через два дня, кутаясь в шарф, дрожа и запинаясь, я докладывала:

— По полученным мной данным, зависимости «эф» от «тау» и «гамма» от «тау» противоречат друг другу. Объяснить это, к сожалению, я не могу. Планирую продублировать эксперименты. Тщательно. О результатах доложу на следующей конференции. Со второго ряда на меня, сияя, смотрел Макс.

Ма, приезжай срочно и привози свой «зингер»! Ни в одном магазине не нашла свадебного платья с воротником-стойкой. Сплошные юбки колоколами и декольте до пупа, Менделеев их покусай!..



Осы в домах людей и птиц

1. Гнездо на ящике

Наш балкон необычный. Я установил на нем несколько скворечников, где каждый год выводят потомство птицы — скворцы и стрижи. Для них там есть и кормушки, и поилка. Однако сюда, на шестой этаж, залетают не только пернатые. Часто балкон посещают осы и шмели. Мне там довелось увидеть несколько интересных сцен.

Как-то на крышу птичьего домика я положил кусочек арбуза. Вскоре на нем сидела оса, а через несколько минут пожаловала вторая. Они сцепились, превратились в вертящийся жужжащий клубок, а потом одна улетела. Несколько дней я кормил осу на

балконе, а потом она стала залетать в комнату и, не обращая внимания на сидевших за столом людей, садилась на разрезанный арбуз. Поев, вылетала на улицу. Иногда, не найдя выхода, билась о стекло. Тогда я подставлял ей палец или ладонь, она переползала туда, и я подносил насекомое к открытой форточке. В крайнем случае, брал тряпочку, прихватывал осу и выпускал наружу. Обращался с ней деликатно, а потом ни разу не пострадал.

Потом оса зачастила в комнату, за гардину. Там, в месте ее крепления к карнизу, насекомое надумало строить гнездо. «Обрадовал» до-

машних сообщением, что у нас будет жить оса. И напрасно: такое соседство оказалось желанным не для всех членов семьи. Бумажное сооружение было разрушено, и насекомое улетело. Чуть позже я случайно обнаружил покинутое гнездо, висевшее на сдвинутой крышке посылочного ящика в лоджии (фото 1).

Следующим летом оса построила гнездо в углу у окна другой комнаты, на четырех пустых крючках незанятой струны (фото 2). Насекомое трудилось скрытно и домик расположило так, чтобы он был невидим людским глазам. Гнездо было настоящим архитектурным сооружением. Оно



2
Гнездо на крючках



4
Оса залетает в скворечник

представляло собой чашечку с лазом-отверстием в доньшке. Оса начала сооружать и второй слой гнезда. Получилось что-то вроде навеса.

В качестве материала осы, как известно, используют серую «бумагу». Получают ее, пережевывая волокна древесины и смачивая их клейкой слюной. Подобные гнезда делают



5
Осы дерутся

осы из семейства складчатокрылых, подсемейства бумажных ос (*Vespinæ*). Очень немногие виды живут рядом с человеком и прикрепляют гнезда к потолкам или стенам в его жилище. Поразило, что моя оса додумалась повесить дом к четырем рядом висевшим крючкам, да еще не деревянным, как привычные



3
Гнездо на карнизе



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

им ветки, а металлическим. Не могла же природа включить специальные «гены использования металлических крючков», сделанных человеком для гардин?

Прошел год, и такой же дом я случайно обнаружил в другой комнате, тоже наверху окна, но прикрепленный к карнизу, за занавеской (фото 3).

Подобные гнезда осы не раз устраивали в домиках со стрижами. Хозяйка, как правило, не обращала внимания на насекомых, пользовавшихся тем же летком-входом, что и они. Только однажды наблюдал, как оса залетела в домик, в нем сразу же раздался шум крыльев, и насекомое мигом вылетело. Больше оно не возвращалось. В остальных случаях стрижи не возражали против их присутствия.

Иногда между осами возникал конфликт. Вот одна залетает в домик (фото 4), но он оказался уже занятым, и хозяин выступил на его защиту (фото 5).

Человек, чтобы построить себе жилище, должен долго учиться. Осы от рождения обучены и строительству домика-гнезда, и самостоятельному изготовлению материала для него. Природа об этом позаботилась и ни о чем не забыла, чтобы ее подопечные могли вывести потомство и продолжить свой род.

Г.Д.Серов



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Гедонометрические штудии

Мысль о том, что хорошо бы создать прибор, который постоянно замеряет настроения людей, не нова. Например, в 1881 году ирландский экономист Фрэнсис Энгеворт предложил гедонометр — устройство для измерения уровня счастья народонаселения. А.А.Проханов в одном из своих романов придумал рейтингометр, который ежеминутно измерял поддержку власти электоратом. Но все это были фантастические предположения. Воплотить идею в жизнь сумели математик Питер Доддс и компьютерщик Крис Данфорд из Вермонтского университета, о чем они и рассказали в специализированном издании — «Journal of Happiness Studies» (агентство «NewsWise», 27 июля 2009 года). Для построения гедонометра они выбрали блогосферу, то есть размещенные в Интернете дневники миллионов пользователей. В этих дневниках созданный исследователями робот каждые несколько минут вычленивает фразы с оборотами вроде «Я чувствую, что...» и анализирует, что именно чувствует написавший данную фразу человек. Результаты же поступают на адрес www.wefeelfine.org. Чтобы понять, какой уровень счастья соответствует тому или иному слову, авторы применили результаты лингвистического исследования норм использования слов английского языка. Гедонометр способен изучать настроение и в прошлом. Так, анализ более двух миллионов дневников американцев показал, что для них самым счастливым днем за последние четыре года было 4 ноября 2008 года, когда они выбрали президентом Барака Обаму, а день смерти певца Майкла Джексона и следующий за ним — самыми несчастливыми. Каждый год 10 и 11 сентября настроение американцев падает.

Гедонометр Доддса и Данфорда — очень точный прибор. Поскольку личные данные автора блога, как правило, известны и лежат в открытом доступе, можно узнать уровень счастья той или иной возрастной группы (подростки оказываются самыми несчастными) или посмотреть, как он меняется у жителей определенной местности в зависимости от дня недели или месяца.

Конечно, нельзя сказать, что показания прибора адекватно отражают настроения всей страны. Все-таки авторы блогосферы — люди специфические, обладающие достаточным количеством свободного времени, чтобы сообщать свои мысли городу и миру. Однако если их миллионы, то, видимо, гедонометр отражает некую объективную реальность. Осталось только, следуя идее Проханова, повесить соответствующие табло на центральных улицах городов — и каждый сможет узнать, в какой счастливой стране мы живем.

С.Анофелес

Пишут, что...



...найжены две экзопланеты — «газовых гигантов», вращающихся в направлении, противоположном направлению вращения их звезд («New Scientist», 2009, □ 2722, с.14)...

...использование метаматериалов позволит создать ретрорефлектор, который отражает падающий свет во всех направлениях («Nature Materials», 2009, т.8, □ 8, с.613—614)...

...разработан гибридный электронный наноприбор, содержащий наряду с нанопроволокой и нанотранзисторами липидные мембраны и трансмембранные белки, отвечающие за передачу сигналов в клетке («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2009, т. 106, □ 33, с. 13780—13784)...

...предложен более надежный, чем существовавшие ранее, метод идентификации человека по отпечатку пальца при доступе к информации на компьютере или USB-накопителе («Нейрокомпьютеры: разработка, применение», 2009, □ 6, с.31—33)...

...опубликована первая последовательность генома человека, полученная с помощью технологии «секвенирования одной молекулы» (сайт «Nature Biotechnology», 2009, 10 августа, doi:10.1038/nbt.1561, <http://www.nature.com/nbt/journal/vaop/ncurrent/abs/nbt.1561.html>)...

...руководитель проекта «Геном человека» и автор книги «Доказательство Бога» Фрэнсис Коллинз вступил в должность директора американского Национального института здоровья («Science», 2009, т. 325, □ 5943, с. 927)...

...эмульсии перфторанов, используемые в качестве кровезаменителей, могут храниться без замораживания при +4°C, если содержат природные фосфолипиды («Химико-фармацевтический журнал», 2009, т.43, □ 7, с.34—40)...

...наночастицы серебра на волокнах и пленках из белка шелка фиброина



придают им бактерицидные свойства («Журнал прикладной химии», 2009, т.82, □ 6, с.919—925)...

...Урал может стать долгосрочной минерально-сырьевой базой вольфрама и молибдена («Литосфера», 2009, □ 3, с.47—63)...

...в центральной части Саратова найдена предчелюстная кость морской ящерицы Mosasauridae («Палеонтологический журнал», 2009, □ 3, с.71—78)...

...низкочастотные звуки животные издают, как правило, при агрессии, а высокочастотные — при дружеских взаимодействиях («Журнал общей биологии», 2009, т.70, □ 3, с.210—224)...

...предложен синтез 11(E)тетрадецен-1-илацетата, основного компонента половых феромонов многих насекомых — опасных вредителей сельхозкультур («Журнал общей химии», 2009, т.79, □ 6, с.999—1002)...

...повреждение листьев черники в зоне воздействия выбросов автотранспорта составляет 45% («Ботанический журнал», 2009, т.94, □ 6, с.848—856)...

...серебристый карась в Европе почти повсеместно размножается путем гиногенеза — неоплодотворенная икринка развивается после стимуляции спермием самца сазана золотого карася или других карповых рыб («Онтогенез», 2009, т.40, □ 3, с.185—190)...

...внутри неповрежденных желудей присутствуют дрожжевые грибы, численность которых резко увеличивается перед прорастанием желудя («Микробиология», 2009, т.78, □ 3, с.399—403)...

...разработан метод оценки выедания морского ежа интродуцированными туда камчатским крабом по фрагментам из его пищеварительного тракта; в Кольском заливе ущерб популяции ежа оценен в 30% («Биология моря», 2009, т.35, □ 3, с.191—198)...



Художник С.Дергачев

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Мамонтов уничтожила комета

Примерно 12 — 15 тысяч лет назад закончился палеолит. Люди вышли из пещер, а гигантские млекопитающие, например североамериканские ленивцы, вымерли — как принято считать, не без помощи людей. Американские же ученые не устают искать аргументы, чтобы реабилитировать человека и приписать вымирание ранней плейстоценовой фауны вселенской катастрофе. Тем более что в Северной Америке в этот период времени исчезли не только гигантские звери, но и первые заселившие ее люди, представители культуры Кловис. В поисках причины их гибели дотошные американцы во главе с археологом Дугласом Кеннетом из Орегонского университета нашли на острове Санта-Роза вблизи берегов Калифорнии в слое отложений, который образовался 12 900 лет назад, ударные наноалмазы с гексагональной решеткой и пепел. Затем похожие наноалмазы в том же слое нашли еще в нескольких местах на территории Северной Америки. Подобные следы встречаются редко и свидетельствуют о падении космического тела и крупных пожарах, поэтому доктор Кеннет и пришел к выводу, что и культура Кловис, и гигантские млекопитающие погибли после кометной бомбардировки нынешней территории США (агентство «NewsWise», 19 июля 2009 года).

А как это совпадает с учением об кометно-астероидной опасности? Считается, что от короткопериодических комет из пояса Койпера внутреннюю часть Солнечной системы защищают Юпитер и Сатурн (второе за десятилетие столкновение Юпитера с кометой как будто подтверждает эту точку зрения). Поэтому опасны долгопериодические кометы, происходящие из внутренней части Облака Оорта. Астрономы из Вашингтонского университета во главе с профессором Томасом Квинном (агентство «NewsWise», 27 июля 2009 года) подсчитали, сколько этих комет способны залететь за орбиту Земли и столкнуться с нашей планетой. Оказалось, что всего две-три штуки за 500 миллионов лет. Некоторые палеонтологи же считают, что эти три кометы упали примерно 38 млн. лет назад, оставив следы в виде Чесапикского и Попигайского кратеров, а также залив Массильяно. Если расчеты Квинна верны, то все причитающиеся нам кометы были исчерпаны давным-давно. Могли ли они еще раз массово выпасть 12 900 лет назад? Непонятно.

В любом случае столкновение с кометой должно вызывать эффект ядерной зимы — резкое снижение глобальной температуры. Что говорят на этот счет палеоклиматологи? Действительно, гибель культуры Кловис приходится на то время, когда закончилось аллеродское потепление и в Северном полушарии началось похолодание позднего дриаса, продолжавшееся недолго — несколько сотен лет. При этом зимняя температура в районе будущей Москвы была на 20 градусов ниже, чем сейчас. Если никто не напугал с датами, получается, что кометная гипотеза очень похожа на правду. И тогда следует признать: гигантские небесные камни падают на Землю с катастрофическими последствиями отнюдь не раз в десятки миллионов лет, а гораздо чаще.

А.Мотыляев



Склеит навечно

Труба в ванной потекла, как всегда, в самый неподходящий момент. Ползаю по полу с тряпкой, собираю воду, пытаюсь найти общий язык с соседкой, прибежавшей с нижнего этажа. Наконец приходит слесарь. «Ничего страшного, — говорит он, — сейчас зачистим протечку, пройдем эпоксидкой, и будет труба лучше новой!» Спасительница-эпоксидка — так в народе называют эпоксидный клей — готовится тут же, на кухонном столе: нужно смешать содержимое двух тюбиков. Как объясняет словоохотливый парень, в одном находится чистая эпоксидная смола, а в другом отвердитель. Через 20 минут ремонт окончен. Клей будет сохнуть еще сутки, но пустить воду тоненькой струйкой уже можно. Почему клей не готовят заранее и что такое чистая эпоксидная смола?

В обычном понимании смола — это густой сок, вытекающий из надрезов коры некоторых деревьев, например сосны или ели. Янтарь и канифоль — это тоже смолы растительного происхождения. С конца XIX века химики искали материал, способный заменить природную смолу. Эпоксидная смола была синтезирована в 1938 году в Швейцарии при реакции бисфенола А с эпихлоргидрином и едким натром (NaOH) в качестве катализатора. Расшифруем название «бисфенол А»: это вещество, получаемое при взаимодействии двух молекул фенола (об этом говорит приставка «бис») и одной молекулы ацетона (буква А).

Новый полимер интересен тем, что, во-первых, его молекулярная масса относительно мала и, во-вторых, на концах молекулы образуются глицидоловые группы, состоящие из водорода, углерода и кислорода ($H_2C-O-CH$). Каждая группа выстраивается так, что атом кислорода никогда не находится в общей цепочке, а располагается как бы над ней. Поэтому эти группы называли эпоксидными (от греч. *epi* — «над» и *podneulat*. *oxy*(genium) — «кислород»), а сам полимер — эпоксидной смолой (ЭС). Такие полимеры еще называют олигомерами. Это и есть синтетическая смола в чистом виде. Она может быть или вязкой жидкостью желто-коричневого цвета, напоминающей мед, или твердым веществом, похожим на гудрон, легко плавящимся при небольшом нагреве. Какой будет ЭС — жидкой или твердой, — зависит от длины молекулы полимера.

ЭС обладает уникальными клеящими свойствами — склеивает дерево, керамику, стекло, даже бетон и металлы. Ее используют как пропиточный материал для изготовления защитных покрытий, гидроизоляции стен и полов жилых помещений и бассейнов. Камни и мрамор, обработанные ЭС, становятся красивыми и блестящими, без дефектов, трещин и царапин.

Важное применение ЭС — создание композитов, то есть материалов, сделанных из более чем одной составляющей, усиленных волокнами, — их также называют волокнистыми. Композит состоит из матрицы — непрерывной фазы (в этой роли выступает ЭС) и волокна (стекловолокно, высокопрочное синтетическое волокно кевлар, углеродное волокно и др.), которое вводится в матрицу и склеивается ею. Такие композиты прочны на разрыв, на сжатие, на удар, как хорошая сталь, и легки, как пластмасса. Десятиметровая лопасть-пропеллер электростанции весит не более 10 кг.

Из стеклопластика (ЭС со стекловолокном) делают прочные и легкие корпуса яхт, лодок и кузова легковых машин, в том числе для автомобилей «Формулы-1». Из кевларовой ткани (ЭС с кевларом) изготавливают бронежилеты и защитные каски. ЭС-композиты незаменимы при высоких температурах — вплоть до 160°C и применяются, например, как фиксаторы крепежных болтов ракет класса «земля—космос».

Сейчас в России выпускается множество эпоксидных смол, которые различаются способом получения, составом, молекулярной массой.

Н.Н.ЛАЗАРЕВУ, Томск: *Наириты — одно из названий хлоропреновых каучуков, то есть полимеров 2-хлор-1,3-бутадиена.*

А.Л.БАРАНЕЦКОМУ, Санкт-Петербург: *Белая сажа — это диоксид кремния, который получается осаждением из раствора силиката натрия (жидкого стекла) кислотой, чаще всего серной, с последующей фильтрацией, промывкой и сушкой; ее добавляют в резины для улучшения их прочности, теплостойкости и других характеристик.*

В.А.ДВОРКИНУ, Тверь: *Чтобы вырастить конский каштан, нужно насыпать на месте посадки слой перегноя, на него положить каштаны и засыпать их толстым, около 20 см, слоем опавших листьев; через два-три года лишние саженцы можно будет раздать друзьям.*

О.Г.ЛЮБОВИЧ, Волгоград: *В десерт тирамису не добавляют желатина, его делают из мягкого итальянского сливочного сыра «маскарпоне», который готовят из сливок, подогревая их до 75–90°C и подкисляя для свертывания лимонным соком или белым винным уксусом.*

М.Л.РЫЛОВОЙ, Москва: *Медовая акварель действительно содержит мед, другие типы этой краски могут содержать сахар или глицерин.*

А.Р.ЧЕКУНОВУ, Калининград: *Материалы «Информационного вестника Всероссийского общества генетики и селекции» доступны в Интернете по адресу <http://www.bionet.nsc.ru/vogis/>; нам и самим хотелось бы, чтобы российских научных изданий в Сети было больше.*

О.БОГДАНОВОЙ, Кассель, Германия: *Конечно, состав воды может влиять на качество соленых огурцов, но, если огурцы получаются слишком мягкими, для начала проверьте, не используете ли вы йодированную соль вместо обычной.*

Э.Г.БЫКОВУ, Воронеж: *Согласны, что гистохимия достойна упоминания в перечне химических дисциплин, который мы публиковали в майском и июньском номерах, и, возможно, это не единственное наше «упущение» — химий на свете действительно очень много.*



МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

А теперь ответим, почему клей нельзя приготовить заранее. Для практического применения ЭС используют не в чистом виде, а в смеси с отвердителем. Как правило, это полиамины, состоящие из атомов азота и водорода. При реакции ЭС с отвердителем аминовые и эпоксидные молекулы связываются друг с другом, и получается необычный полимер — нелинейный. Он обладает трехмерной структурой, похожей на сетку. Полимеризация идет при температурах от 20°C до 200°C и длится от 20 минут до нескольких суток в зависимости от вида ЭС и конкретной технологии. Полученное вещество химически устойчиво, очень прочно и совершенно не поддается обработке. Его нельзя даже расплавить. Вот почему ЭС и отвер-

дитель хранятся отдельно. Реакция между ними необратима. Именно по этой причине клеевые швы на основе ЭС имеют самые высокие показатели по многим параметрам: они прочны, не подвержены деформациям и трещинам. Композиты с ЭС навсегда становятся единым целым. Покрытия с ЭС создают химически непреодолимый барьер и имеют крайне низкое водопоглощение.

У ЭС есть еще одна область применения: в домашних условиях из нее можно делать разные оригинальные мелочи методом отливки — игрушки, модели машин и самолетов, цветные пуговицы... Если постараться, можно самому изготовить великолепный сувенир — имитацию янтара с вкраплением листочка, веточки или

насекомого. Техника работы с ЭС достаточно проста. Жидкую ЭС янтарного цвета (ее можно подкрасить масляной краской) нагревают до 35°C на водяной бане, в течение пяти минут перемешивают с отвердителем в пропорции 10:1 и наливают в алюминиевую формочку до половины. Затем в жидкость опускают хорошо высушенное вкрапление и доливают оставшуюся смесь. Через 20–30 минут жидкость начнет твердеть. Через три часа заготовку можно осторожно вынуть из формы. Если она будет чуть липнуть к рукам, ее надо поддержать в мыльной воде. Полная полимеризация идет несколько суток. Замечательный подарок готов!

М.Демина

ДВАДЦАТАЯ ЕЖЕГОДНАЯ ВЫСТАВКА
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

SoftTool

ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ»
КОНКУРС ЛУЧШИХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ «ПРОДУКТ ГОДА»
СОФТУЛИЙСКИЕ ИГРЫ

27-30 ОКТЯБРЯ 2009 ГОДА

ВТОРАЯ ЕЖЕГОДНАЯ ВЫСТАВКА
ПЕРЕДОВЫХ РОССИЙСКИХ РАЗРАБОТОК, ПРОДУКТОВ И УСЛУГ

«ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННОГО ГОСУДАРСТВА»

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОРУМ
«ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО, ЭЛЕКТРОННОЕ ГОСУДАРСТВО,
ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО»

КРУГЛЫЙ СТОЛ С РУКОВОДИТЕЛЯМИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ РЕГИОНОВ РОССИИ
КОНФЕРЕНЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ ИТ И ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ

«SITOP 2009»



МОСКВА • ВВЦ • ПАВИЛЬОН 69

ВОСЬМАЯ ЕЖЕГОДНАЯ ВЫСТАВКА
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ



КОНКУРС ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОЕКТОВ «ТВОРЕЦ»
САПР-ШОУ, «ВЕНДОРЫ БЕЗ ГАЛСТУКОВ»
БЕСПЛАТНАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ
МАСТЕР-КЛАССЫ, ТОК-ШОУ, ПРЕЗЕНТАЦИИ



На выставке *SoftTool* Вы сможете познакомиться со всеми
предложениями мирового рынка ПО

Организатор: компания «ИТ-ЭКСПО»
Тел.: +7 (495) 624-7072, e-mail: softtool@softtool.ru



ОТКРЫТЫЕ
СИСТЕМЫ



cnews

Пригласительные
билеты на
www.softtool.ru