

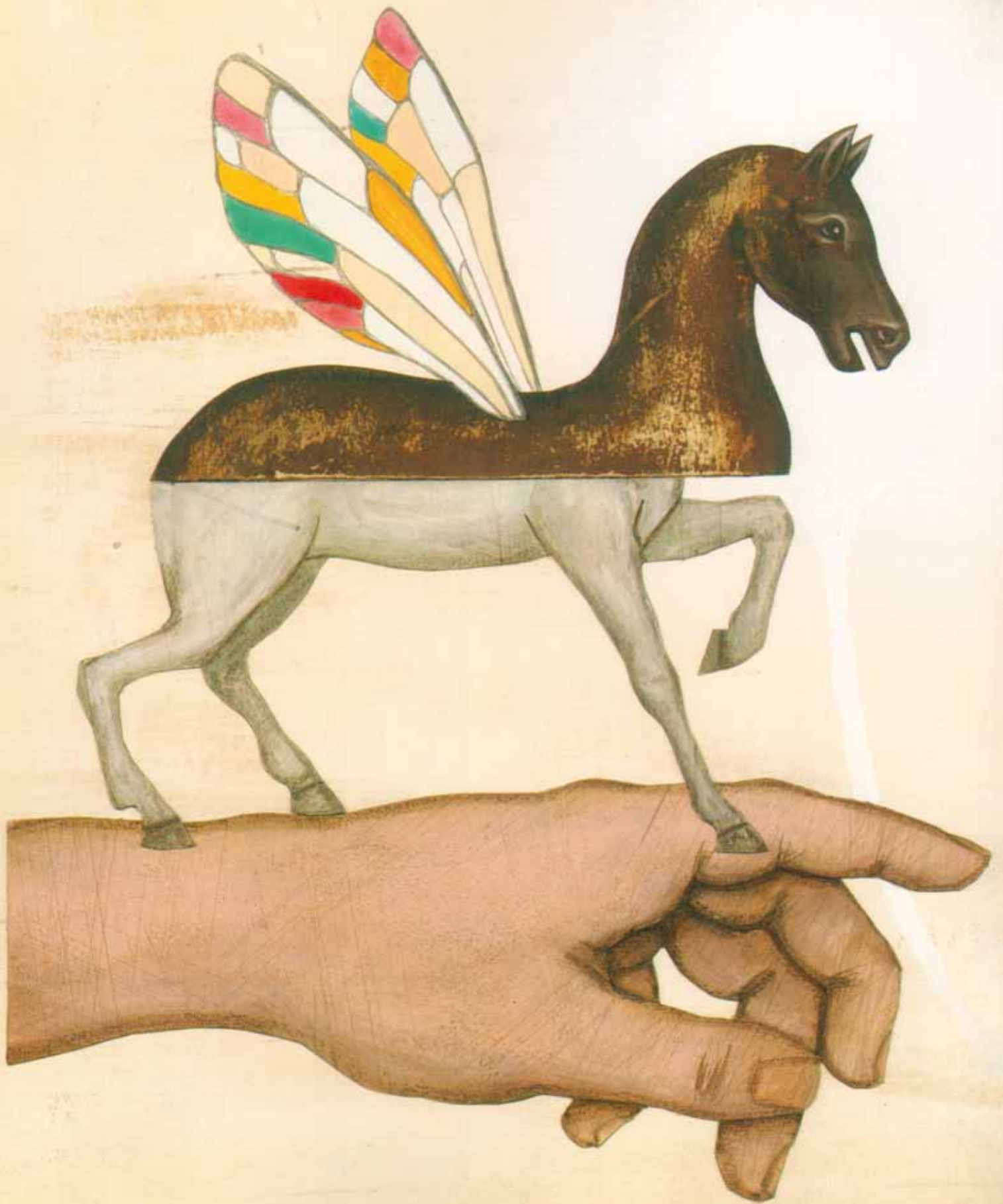


Ж

9
2010

РНЗМЖ И ВМММХ







НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л. Н. Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е. В. Клещенко
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 3.09.2010

Адрес редакции:

05005 Москва, Лефортовский пер. 8

Телефон для справок:

8 (499) 267-54-18

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Даниэля Чанга. Научимся ли
мы когда-нибудь делать предметы
невидимыми или превращать их
в нечто совсем иное на вид? Читайте
об этом в статьях «Как сшить
плащ-невидимку» и «Игры оптиков».

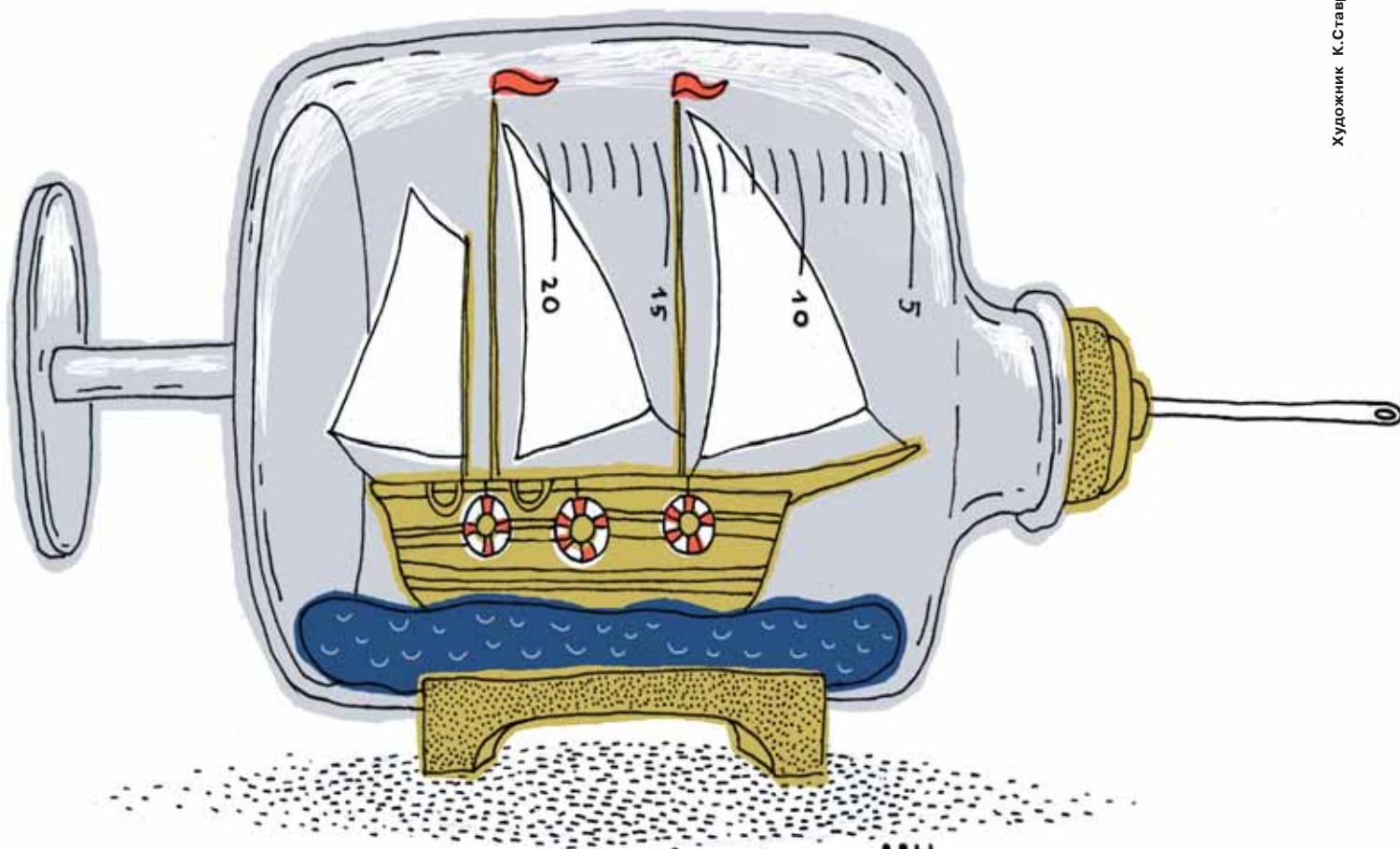
*Всегда выбирайте
трудный путь — там вы
не встретите конкурентов.*

Шарль де Голль

Содержание

Мифы нашего времени	
АНТИПРИВИВОЧНЫЕ ВЫМЫСЛЫ. А.Н.Мац	2
Проблемы и методы науки	
КАК СШИТЬ ПЛАЩ-НЕВИДИМКУ. А.Е.Дубинов, Л.А.Мытарева	8
Размышления	
ЛЕКАРСТВО ОТ ГЛОБАЛИЗАЦИИ. Ирена Чешлинська	12
История современности	
ЗАМЕТКИ ПРОФЕССОРА. А.В.Андреев	18
Роснаука	
РОЖДЕННЫЕ ПОСЛЕ ЧЕРНОБЫЛЯ	22
КАК ВЫРАСТИТЬ СОРБЕНТ	22
ПОТЕПЛЕНИЕ СОГРЕЕТ СЕВЕРЯН	23
Вещи и вещества	
ОТ КЕФИРА ДО СЪЕДОБНОЙ УПАКОВКИ. Р.Акасов	24
Мифы нашего времени	
ИНТЕЛЛЕКТ: СРЕДА ИЛИ ГЕНЫ. В.С.Фридман, М.В.Фридман	30
Проблемы и методы науки	
КОГДА ГОЛОВА ДАЛЕКО ОТ СЕРДЦА. Н.Л.Резник	38
Наша книжная полка	
«Я ЛЮБЛЮ СВОЙ ОСТЕОХОНДРОЗ!», «ПЛОХАЯ ЭКОЛОГИЯ» И ХОРОШИЙ УЧЕБНИК. Е.Лясота	42
Книги	
ВЕЛИКИЙ СИМБИОЗ. Александр Марков	44
Проблемы и методы науки	
ИГРЫ ОПТИКОВ. С.М.Комаров.	50
Что мы едим	
ЯЧМЕНЬ. Н.Ручкина	52
Фантастика	
ЗОЛОТОЕ КОЛЕСО. Ирина Истратова	54
Материалы нашего мира	
ЧУГУН: ОТ «ЧУШКИ» ДО КРУЖЕВА. М.Демина	64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	28	КНИГИ	61
ВОПРОСЫ — ОТВЕТЫ	36	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	49, 56	ПИШУТ, ЧТО...	62
		ПЕРЕПИСКА	64



Антипрививочные вымыслы

В средствах массовой информации появляются все новые мифы о вреде прививок. Вакцинация не защищает от инфекционных заболеваний, а разрушает иммунную систему новорожденного; вакцинация безнравственна, так как в технологии приготовления вакцин используют абортный материал; вакцинация должна быть не массовой, а индивидуальной; ее отмена сулит здоровую жизнь без аллергических, аутоиммунных и онкологических заболеваний...

Некоторые из этих высказываний прокомментировал для читателей «Химии и жизни» Александр Наумович Мац, заведующий лабораторией Института вакцин и сывороток им. И.И.Мечникова РАМН. Ответы на многие другие вопросы вы сможете найти в Дискуссионном клубе русского медицинского сервера (www.forums.rusmedserv.com) на Форуме врачебных консультаций, в разделе «Педиатрия» — «Вакцинопрофилактика».

Публикаций по поводу вреда от прививок довольно много. Это связано с современной модой на все экологически чистое и натуральное?

Не совсем так. В продолжение всей истории развития вакцин, от Эдварда Дженнера и Луи Пастера до наших дней, у вакцинированных наблюдали осложнения. На этих, без со-

мнения, трагических страницах истории медицины запечатлены не только пострадавшие пациенты, но и просчеты создателей, ошибки производителей, несовершенство методов инаktivации и очистки препаратов, а также случаи неожиданного появления неизвестных до того патогенных факторов. Именно страх перед осложнениями стал почти два века назад (сразу после того, как начали делать массовые прививки от оспы) основной причиной антипрививочных настроений, хотя сначала на первом плане был протест против узурпации государством личного права гражданина самостоятельно заботиться о своем здоровье. За последнее столетие прививки от оспы выполнили свою историческую миссию и остались в прошлом вместе с поствакцинальными осложнениями, а сами вакцины и технология их производства сильно усовершенствовались.

Тем не менее антипрививочное движение продолжает развиваться и активно распространять ложные сведения и подтасованные факты. Борцы с вакцинацией выискивают в научно-медицинской литературе любые подходящие для них сведения, в том числе предварительные, предположительные и просто некорректные, а затем излагают их как неопровержимые факты. Особенно в ходу перечисление подряд, через запятую, без какой-либо критической оценки поствакцинальных осложнений, возможных лишь умозрительно, или моделируемых только в эксперименте, или встречающихся на самом деле, но чрезвычайно редко.



Для антипрививочных вымыслов характерны ложные или ошибочные предпосылки (неподтвержденный фактический материал, полученный одной группой исследователей), логические нарушения, некорректное представление данных статистики, рассуждения по принципу «после этого — значит, вследствие этого», ссылки на ложную или ненадлежащую экспертизу, псевдонаучные обоснования. В основе противопрививочных выступлений лежит скрытый конфликт интересов, ведь на рынке вакцин конкурируют гомеопатия, натуропатия и другие альтернативные медицины.

Поговорим о самых распространенных вымыслах.

Миф первый: «Вакцинация сопровождается побочными эффектами, которые по частоте и тяжести превосходят осложнения соответствующих инфекций».

Защитники этого мифа обычно выражают одним общим числом частоту реакций после вакцинации, проходящих без лечения (покраснение и отек в месте укола, лихорадка, головная боль, сыпь), и частоту поствакцинальных осложнений, требующих лечения, причем иногда продолжительного и безуспешного. Риск настоящих осложнений (см. таблицу) — это примерно один человек на сотни тысяч, тогда как серьезные осложнения после перенесенного инфекционного заболевания получают в среднем один на несколько сотен.

Авторы некоторых публикаций приводят фантастические сведения о заболеваниях, якобы связанных с вакцинацией: атопический дерматит (20%), ревматический миокардит (11%), острая тромбоцитопеническая пурпура (8%), эпилепсия (7%), острый лейкоз (5%), бронхиальная астма (4%), гемолитико-уремический синдром (3%) и геморрагический васкулит (2%). Откуда берутся эти цифры, неизвестно — при современном охвате вакцинацией было бы недостаточно больниц всей планеты, чтобы госпитализировать и лечить детей с таким количеством тяжелых болезней.

Итак, относительный риск осложнений после вакцинации в 100–1000 раз ниже, чем после инфекционных заболеваний. А между тем сегодня гораздо больше шансов заболеть, чем во времена прошлых эпидемий (несмотря на улучшение гигиены и условий быта), — глобализация способствует быстрому распространению болезней, да и биотерроризм исключить нельзя. Поэтому обвинять в цинизме и равнодушии к человеческим страданиям следовало бы не врачей, назначающих прививки (такими обвинениями любят бросаться мифотворцы), а самих противников вакцинации.

Миф второй: «Вакцины — чудовищный конгломерат высокотоксичных веществ, который противоестественно вводить детям».

Этот вымысел основан на непомерных преувеличениях противоестественности и токсичности некоторых вспомогательных примесей (антисептиков, антибиотиков, стабилизаторов, эмульгаторов, адсорбентов, адьювантов), которые добавляют к вакцинам в безвредных количествах. Обычно опускают главное — зависимость токсического действия от концентрации. Кратко рассмотрим основные из этих соединений.

Фенол добавляют в раствор хлористого натрия, которым растворяют туберкулин при постановке реакции Манту. Обычно

Риск осложнений после вакцинаций и соответствующих инфекций

Вакцина	Поствакцинальные осложнения (в расчете на число вакцинированных)	Осложнения в ходе заболевания (в расчете на число заболевших)
Оспа	Менингоэнцефалит 1/500 000	1/500
Корь — паротит — краснуха	Тяжелая аллергическая реакция 1/500 000	
	Тромбоцитопения 1/40 000	до 1/300
	Асептический (паротитный) менингит (штамм <i>Jeryl Lynn</i>) меньше 1/100 000	до 1/300
Корь	Тяжелая аллергическая реакция 1/1 000 000	
	Тромбоцитопения 1/40 000	до 1/300
	Энцефалопатия 1/100 000	Летальность до 1/3000
Коклюш — дифтерия — столбняк	Энцефалопатия до 1/300 000	до 1/1200
Вирусы папилломатоза	Тяжелая аллергическая реакция 1/500 000	Цервикальный рак до 1/4000
Гепатит В	Тяжелая аллергическая реакция 1/600 000	Хронический гепатит 1/3500 и рак печени 1/35000
Туберкулез	Диссеминированная БЦЖ-инфекция до 1/300 000	Хронический туберкулез 1/5000
	БЦЖ-остеит до 1/100 000	
Полиомиелит	Вакциноассоциированный вялый паралич до 1/160 000	Частота паралича при вспышках в прошлом до 1/100

под кожу вводят 0,1 мл раствора, и эта доза содержит 250 мг фенола. Как антисептик фенол в концентрации 0,1–0,5% давно используют в мазях для кожи, в каплях для лечения заболеваний среднего уха, в ректальных и вагинальных свечах, а также в инъекционных растворах (сыворотках, вакцинах, инсулине и т. д.). Он действительно токсичен — но в дозах выше 70 мг/кг, что в 2000 раз больше дозы, вводимой при постановке реакции Манту. Вообще, фенол образуется как метаболит в тканях нашего организма и в кишечнике, постоянно циркулирует в крови и выделяется с мочой и калом. Здоровый человек в сутки выделяет до 160 мг собственного фенола, что в 640 раз превышает дозу при Манту. Введенный с туберкулином фенол связывается с белками тканевой жидкости, с кровью доставляется в печень, где разлагается ферментами. В антипрививочной литературе преувеличивают и частоту аллергии к истому фенолу, и вред его малых доз.

Формальдегид, который добавляют для обезвреживания бактериальных экзотоксинов в коклюшно-дифтерийно-столбняч-

ную вакцину (АКДС), обвиняют в канцерогенности. Похоже, что это намеренное введение в заблуждение. В мире производится ежегодно более 21 млн. тонн формальдегида. Его промышленное изготовление и широкое индустриальное применение (синтетические смолы, строительные, текстильные материалы, синтез различных соединений, дезинфекция и консервация, атмосферные промышленные, транспортные выбросы и проч.) сделали формальдегид постоянным компонентом воздуха в городах и промышленных районах (около 0,02 мг/м³). К 2006 году Международное агентство по изучению рака ВОЗ пришло к выводу, что продолжительное вдыхание паров формальдегида достоверно повышает риск редкого рака носоглотки и носовых пазух. По этому признаку формальдегид назвали канцерогеном. В то же время формальдегид — это абсолютно нормальный физиологический метаболит тканей человека, производное тетрагидрофолиевой кислоты. Его всегда можно обнаружить в крови (в концентрации не менее 2—3 мкг/мл) и в моче (12—13 мкг/мл). В дозе вакцин АКДС, АДС и АД содержится не более 100 мкг формальдегида, и если ввести это количество ребенку весом 5—6 кг, то концентрация формальдегида в крови и тканях будет меньше физиологической. Старое, испытанное, используемое до сих пор лекарство уротропин вводят граммами даже детям, в тканях оно распадается до формальдегида, но за долгое время наблюдений никакого канцерогенного действия этого формальдегида так и не обнаружено.

Гидроксид или метафосфат алюминия добавляют в дифтерийно-столбнячно-коклюшную, гриппозную, гепатитные (А и В), папилломавирусную, пневмококковую, сибиреязвенную и некоторые другие вакцины. Его роль — депонирование активных компонентов вакцин в месте укола, чтобы они затем постепенно высвобождались в тканевую жидкость и лимфу. Контакт с клетками иммунной системы в этом случае получается длительным, что наилучшим образом стимулирует иммунный ответ. Доза вакцины может содержать 0,85 — 1,25 мг гидроксида алюминия. Обе соли почти нерастворимы и не ионизируются в водных растворах, но их гели образуют частицы, которые в тканевой жидкости хелатируются лимонной, молочной и малеиновой кислотами, вместе с ними переносятся в кровотоки и оттуда выводятся с мочой. Важнейшее свойство гидроксида и метафосфата алюминия — ничтожная биодоступность (то есть доля алюминия, которая поступает в кровотоки). При введении в мышцу она не превышает 0,002%, тогда как минимальный риск интоксикации появится при приеме внутрь более 2—10 мг/кг веса растворимых солей алюминия. К тому же в мозгу по сравнению с почками, печенью, легкими и селезенкой алюминия накапливается меньше всего, и это исключает даже минимальный добавочный нейротоксический эффект вакцинации. Продолжительные исследования не выявили также никаких поздних осложнений, связанных с применением гидроксида алюминия в вакцинах.

Примечательно, что антипрививочная пропаганда подтасовывает сюда другую проблему — растворимые примеси соединений алюминия (хлориды, фториды, нитраты, сульфаты и др.) в воде, на которой готовят растворы для парентерального питания или гемодиализа. То есть говорит о других веществах в других препаратах!

Еще одно соединение — Твин 80, или полисорбат 80, — добавляют в иммунобиологические препараты как стабилизатор, который предотвращает адсорбцию активных компонентов на стенках упаковок. Это неионное поверхностно-активное соединение (эфир олеиновой кислоты с полиоксиэтиленсорбитаном) с 40-х годов прошлого века широко используют в промышленности, парфюмерии и косметологии как добавку к пище и лекарствам. Например, в дозе гриппозной и пневмококковой вакцин его содержание — 1,175 мг, а в дозе раствора туберкулина, вводимого для реакции Манту, — 0,05 мг. В антипрививочной литературе Твин 80 называют токсикантом, аллергеном и канцерогеном. Концентрированный Твин 80 и в самом деле раздражает кожу, глаза и дыхательные пути. Однако в качестве добавки к кремам, гелям или растворам Твин 80, по данным

TOXINET (база данных по токсическим препаратам), не вызывает раздражения кожи человека. Какую-то свою активность (ее определяют как «эстрогеноподобную» и гипотензивную) Твин 80 проявлял в эксперименте только при дозах в 100—100 000 раз больше тех, что попадают в организм человека вместе с иммунобиологическими препаратами. Таким образом, Твин 80 практически нетоксичен, а в 1%-ных растворах надежно нетоксичен. Поводом для мифа об аллергенности стало то, что с 2000 года в медицинской литературе упомянуты семь случаев предполагаемой анафилактической реакции (опасной для жизни аллергической реакции) на Твин 80. Но ни в одном случае надлежащим образом не доказано, что именно Твин был причиной. В списке канцерогенов США Твин не значится. Потенциальными канцерогенами считаются его примеси, однако тот Твин 80, что используют в фармацевтике, очень тщательно очищают.

Еще один компонент, которым пугают наивных читателей, сквален (MF59) — тритерпеноидный ненасыщенный углеводород C₃₀H₅₀, — успешно применяют уже лет десять в 20 странах Европы и Азии в составе инактивированных гриппозных вакцин Flud@ и Sub/MF59™. При добавлении Твина 80 сквален образует с водным раствором антигенов вирусов гриппа мелкодисперсную эмульсию масла в воде. Такие эмульгированные антигены обеспечивают хороший ответ на вакцинацию. Сквален — физиологический предшественник всех стероидов, в том числе холестерина и гормонов, у человека, животных и растений. Он постоянно и в значительных концентрациях циркулирует в крови, накапливается в выделениях сальных кожных желез. Сквален обладает антиоксидантными, антиканцерогенными и детоксицирующими свойствами и полностью разрушается в организме.

Откуда же взялись страшилки про сквален? На портале PubMed на тему «squalene and autoimmunity» с 2000 года можно найти шесть (три из них с повторными материалами) публикаций двух исследовательских групп из США и Швеции, которые демонстрируют на мышах и крысах нечто напоминающее образование аутоантител при введении больших доз сквалена (похоже на то, как это происходит при красной волчанке и ревматоидном артрите у человека). Токсикология и фармакология — дисциплины, в которых главнейший критерий — величина дозы. Экспериментальным животным вводили в брюшину не менее 20 мл/кг сквалена — примерно как если бы человеку ввели в брюшную полость не менее полутора литров этого масла. А при вакцинации подкожно или внутримышечно попадает не более четверти миллилитра. Обычно аргументом гипотезы «введение сквалена — причина аутоиммунных заболеваний» служит появление сквален-специфичных антител в крови вакцинированных (аутоантител). Однако у мышей, крыс и человека это нормальные антитела, инструмент физиологического иммунного надзора. Они есть у 100% американцев и 64% европейцев, никогда не встречавшихся со скваленом. Доказано, что после применения гриппозной вакцины, эмульгированной в сквалене, количество этих антител не увеличивается.

Наконец мы дошли до ртутиорганического антисептика этилртутьтисалицилата натрия (тимеросал, тиомерсал, мертиолят). Он, как остаточная примесь, содержится в некоторых инактивированных вакцинах — обычно менее 1 мкг в дозе 0,5 мл. Его применяют на промежуточных этапах при производстве некоторых дифтерийно-столбнячно-коклюшных, дифтерийно-столбнячных, гепатитных В и А, а также гриппозных вакцин. Кроме того, тимеросал специально добавляют к некоторым вакцинам. В этих случаях 0,5 мл дифтерийно-столбнячных, менингококковых и гриппозных вакцин содержат 25 мкг тимеросала. Поскольку детям младше трех лет вводят 0,25 мл, то получается доза 12,5 мкг.

Как антисептик тимеросал применяют в вакцинах уже 70 лет. Цель — предотвратить бактериальные и грибковые инфекции, которые угрожают здоровью и жизни прививаемых. С этой же целью его добавляют в некоторые глазные, ушные и назальные капли, препараты иммуноглобулинов человека и животных, а также в растворы антигенов для кожных проб. В конце про-



шлого века все календарные инактивированные вакцины содержали тимеросал, поэтому ребенок к шести месяцам после всех прививок мог получить его суммарно до 187,5 мкг (к двум и трем годам соответственно 200 и 225 мкг). После внутримышечной инъекции вакцины, содержащей тимеросал, его концентрация в крови достигает пика через 12—24 часа, и она в 200 раз меньше «максимально переносимой» концентрации (0,1 мкг/мл) для клеток человека *in vitro*. Из крови половина дозы тимеросала выводится через 3—5 дней, а полностью к 30-му дню после вакцинации.

Два десятилетия назад противники вакцинации выдвинули гипотезу: причина роста нарушений аутического типа у детей — это календарная иммунизация вакцинами, содержащими этилртутьтиосульфид натрия. Предполагалось, что ртуть из этого соединения накапливается в тканях и клетках мозга и повреждает нейроны. Однако эксперименты, выполненные сторонниками этой гипотезы, не могут считаться убедительными из-за ошибок, методически неадекватного подхода, подтасовок и статистических трюков. Потом оказалось, что средние концентрации ртути в крови и волосах детей-аутистов практически те же, что и у здоровых детей (19,53 и 17,68 нмоль/л), поэтому попытки «лечебного» очищения организма от ртути с помощью хелатирующих средств безуспешны и даже вредны.

Более того, стало очевидно, что в организме нет клетки, в которой не обнаруживалось хотя бы несколько молекул ртути. В окружающей среде ее довольно много, поэтому по пищевым цепочкам (мы едим рыбу, мясо, курум табак) метил- и диметилртуть попадают в организм человека и накапливаются там. Например, человек весом 70 кг с пищей ежедневно усваивает от 2,5 до 17 мкг метилртути.

Под давлением антипрививочной пропаганды начиная с 1999 года производители убрали из вакцин тимеросал. Сегодня в США и в странах Европы все детские вакцины выпускают без него (в России эти импортные вакцины также продаются). Отечественные вакцины содержат тимеросал, кроме одной рекомбинантной гепатитной В, которую выпускает НПК «Комбиотех». Сейчас антисептик вполне можно не добавлять, поскольку вместо многодозовых флаконов, где он действительно нужен, выпускают однодозовые шприцы. Правда, вакцина при этом дорожает раз в 30, поэтому многие бедные страны не могут вакцинировать необходимое число детей. Вместо тимеросала некоторые производители, которые смогли выжить в этой борьбе интересов, добавляют 2-феноксиэтанол, фенол или хлорид бензетония.

В США появилось поколение детей, которым никогда не вводили с вакцинами ртутьорганический антисептик, однако, по данным Департамента здравоохранения Калифорнии, частота появления новых случаев аутизма среди детей 3—12 лет продолжает расти. То же самое наблюдают в Дании. Сегодня доказано, что нейропсихические расстройства аутического типа имеют наследственную природу. Но противники вакцинации продолжают приводить этот аргумент.

Миф третий: «Вакцинация может быть причиной синдрома внезапной младенческой (детской) смерти (СВМС и СВДС)».

Это самый мрачный из антипрививочных мифов, и часто на нем делают акцент, несмотря на полное отсутствие прямых доказательств. Речь идет о внезапной смерти ребенка младше года (сейчас предлагают включить и более старших) без объяснимой медицинской причины. Наиболее высокие показатели этого синдрома (до 140 на 100 000 детей) отмечают в Новой Зеландии, Австралии, Англии, США и России. Большинство случаев происходит в возрасте 2—4 месяца, что попадает на время интенсивной вакцинации. В странах, где она охватывает большой процент населения (например, в Австралии), в год примерно происходит 1,7 и 3,5 случаев (соответственно вакцинация была за сутки и за двое суток) СВДС, случайно совпадающих по времени с вакцинацией. В США нет данных, что какие-то случаи внезапной смерти у младенцев совпадают с прививкой.

Тем не менее антипрививочная пропаганда настаивает на существовании причинной связи между вакцинацией и внезапной смертью. В 2003 году Институт медицины США, проанализировав свыше двух десятков публикаций с результатами исследований, не нашел адекватных доказательств подобной связи. Тот же вывод был сделан в эпидемиологических исследованиях на 100 000 детей как до, так и после 2003 года. Более того, оказалось, что умершие дети прививались достоверно реже, чем не затронутые синдромом.

Но вот СМИ сообщили о внезапной смерти 17-летнего юноши из Краматорска Донецкой области и трехмесячной девочки из Черняховска Калининградской области вскоре после прививок. Юношу иммунизировали живой корево-краснушной вакциной, девочку — АКДС и инактивированной полиомиелитной. Известно, что подобные вакцины получили десятки миллионов детей без каких-либо последствий, но каждый случай СВДС становится поводом для очередной вспышки антипрививочной кампании. В ходе расследования этих смертей причинная связь между вакцинацией и СВДС так и не была доказана — но знают ли об этом читатели новостей?

Миф четвертый: «Вакцинация — причина или провокатор аллергических и аутоиммунных заболеваний».

Пожалуй, эта дезинформация муссируется чаще всего. Она основана на чрезмерных преувеличениях реальных фактов либо на неверно интерпретированных результатах неадекватных экспериментов.

Начнем с анафилактических реакций. Анафилаксия — это угрожающая жизни аллергическая реакция на введение каких-то препаратов, в частности вакцин. В них действительно могут быть добавки или следовые примеси разных веществ, которые теоретически способны вызывать аллергические реакции. Это амфотерицин, хлортетрациклин, стрептомицин, дигидрострептомицин, неомицин, полимиксин В, сульфат гентамицина, тимеросал, 2-феноксиэтанол, овалальбумин и другие белки куриных яиц и эмбрионов, бычий сывороточный альбумин (только в антирабической вакцине), сыворотка плода коровы, свиная желатина и ее гидролизат, а также компоненты дрожжей. Из пробок, закрывающих флаконы и их внутреннего покрытия, а также из прокладки поршня (если речь идет о шприц-дозе) могут экстрагироваться в вакцину следовые примеси латекса. Кроме того, также теоретически, любой микробный антиген в вакцине может стать после первой прививки аллергеном.

Несмотря на все это, анафилактическая реакция на вакцину довольно редка. Единичные наблюдения с непонятной методикой дают значение 1/5000. Но в более чем двух десятках исследований на выборке около двух миллиардов детей, привитых современными вакцинами, частоту считают равной от 1/5 000 000 до 1/30 000. И это примерно совпадает с частотой анафилактической реакции на другие лекарственные средства. Большая часть таких реакций связана с реакцией на известные антигены — желатину, белки куриных яиц и эмбрионов, антибиотики.

Желатина, конечно, аллерген, но в современных вакцинах мало гидролизованную бычью желатину заменили на свиную глубокого гидролиза (до 5—6 кДа) или убрали вообще, поэтому частота аллергических реакций на нее снизилась от весьма малой (1/1 800 000) до неопределяемой вообще. Аллергия к белкам куриных яиц распространена довольно широко. Однако в

вакцинах количество овальбумина и других белков куриных яиц и эмбрионов не превышает 2–8 нг/мл, поэтому частота реакций на них даже среди детей с аллергией к яичным белкам по статистике не превышает 1/1000. Повышенная чувствительность к куриным белкам — не противопоказание к вакцинации.

Неомицин — антибиотик, который содержится в полиомиелитных, антирабических, ветряночных, коревых, паротитных и краснушных вакцинах. Известна его способность при местном применении вызывать контактный дерматит, но до сих пор не было ни одного сообщения о местной или генерализованной реакции на прививку перечисленными вакцинами, связанную с неомицином.

Антисептик 2-феноксиэтанол заменил, как уже отмечено, тимеросал в дифтерийно-столбнячно-коклюшной, гепатитной А и В, а также в боррелиозной вакцинах. Опубликован единственный случай контактной экземы в США, вызванной этим соединением. У более половины населения есть аллергия к тимеросалу (это проверяют кожными пробами). Но трехкратное внутримышечное введение по 100 мкг и более тимеросала у 91% лиц с положительными кожными пробами никакой общей реакции не вызывало. В любом случае установлено, что повышенная чувствительность к тимеросалу даже у людей с atopической экземой не вызывает реакции после прививки. Словом, аллергенность этого соединения чрезмерно преувеличена.

Что касается латекса, то поствакцинальные аллергические реакции на него — это менее 0,02% от всех реакций, хотя аллергия к природным латексам встречается сравнительно часто.

Вакцины, которые дают через рот, существенно менее аллергенны. Живая пероральная полиомиелитная вакцина гораздо реже вызывает аллергические реакции, чем инъекционная инактивированная. Новые вакцины (ветряночная и папилломавирусная) несколько более аллергенны по сравнению с давно лицензированными, но ни один из весьма редких эпизодов анафилаксии, возникших после более десятка миллионов вакцинаций, не был летальным. Впрочем, как бы ни был мал риск анафилаксии, она требует неотложной врачебной помощи, поэтому все необходимое для этого должно быть доступно.

Теперь о других серьезных аллергических заболеваниях, якобы вызванных вакцинированием. Есть три публикации, в которых авторы (оговариваясь, что выборка неполна, методика несовершенна и результат может быть ошибочным) сообщают, что календарная вакцинация увеличивает риск проявления бронхиальной астмы и atopического дерматита у детей. Эта проблема подробно изучалась и обсуждалась последние тридцать лет. В более полутора десятков различных исследований на большом количестве детей было доказано, что вакцинация не способствует ни развитию, ни обострению таких заболеваний, как atopическая экзема, аллергический ринит и бронхиальная астма. Более того, вакцинация, наоборот, уменьшает частоту проявлений atopии, приступов бронхиальной астмы и госпитализаций по поводу текущего аллергического заболевания. Также выяснилось, что гриппозные вакцины не провоцируют обострений хронических заболеваний легких.

Если говорить об аутоиммунных заболеваниях, то причины большинства из них до сих пор не выяснены. Этим пользуется антипрививочная пропаганда, объявляя их следствием вакцинации. Например, при диабете первого типа собственная иммунная система пациента атакует бета-клетки островков его поджелудочной железы. Известно, что диабет возникает при наследственной предрасположенности и каких-то внешних воздействиях, вероятно инфекционных. Пока определенно доказана лишь роль врожденной краснушной инфекции. При этом частота диабета в развитых странах начала неуклонно расти со времен Второй мировой войны, то есть задолго до массового охвата населения календарной вакцинацией. Предположение о том, что диабет возникает из-

за вакцинации, появилось в конце 90-х годов. Позже оказалось, что данные были собраны непрофессионально и материалы подтасованы. Тем не менее антипрививочники и по сей день распространяют этот миф, несмотря на опровергающие результаты исследований, проведенных в Финляндии, США, Швеции, Германии и Дании. В 2002 году Институт медицины США сделал заявление: «Эпидемиологические и клинические доказательства опровергают какую-либо причинную связь между вакцинацией и увеличением риска диабета первого типа».

Еще один миф — об энцефалопатии (необратимом повреждении мозга, которое выражается в эпилепсии с умственной деградацией), вызванной вакцинацией. В 1973 году в Лондоне на заседании Королевского медицинского общества выступил с докладом невропатолог-педиатр Дж. Уилсон. Он представил данные о 36 детях, которые заболели энцефалопатией после прививки комбинированной вакциной против коклюша, дифтерии и столбняка (DTP, аналог отечественной АКДС). Исследование, проведенное National Childhood Encephalopathy Study (NCES), дало впечатляющие цифры. Оказалось, что после вакцинации в 2,4 раза увеличивается риск энцефалопатии, которая возникает в течение недели после прививки с частотой 1/310 000. Получилось, что примерно четверо из миллиона английских детей до года каждую неделю рискуют приобрести серьезное неврологическое заболевание.

Однако повторный анализ данных Уилсона и NCES (более 2 млн. прививок) не выявил ни одного случая серьезного повреждения мозга, который можно было бы однозначно интерпретировать как следствие коклюшной вакцинации. Как выяснилось, в этих исследованиях ошибочно ставили диагноз при осложнении и неверно определяли время их наступления. В 2006 году австралийские молекулярные биологи открыли у человека спонтанные мутации гена белка Sodium Channel Neuronal $\alpha 1$ Subunit (SCN1A), регулирующего электрический заряд натриевых каналов нейрона. Как выяснилось, мутации возникают либо в половых клетках родителей, либо на ранних этапах развития эмбриона независимо от вакцинации. Во многих описанных случаях тяжелая эпилепсия у детей была вызвана не повреждением мозга вакциной, а генетически запрограммированным заболеванием, которое требует иного подхода и лечения.

Предположим все-таки, что риск «коклюшной поствакцинальной энцефалопатии» в самом деле составляет от 0 до 1/300 000. Вспомним, что контагиозность коклюша 70—100% и до массовой вакцинации он был распространенной и серьезной болезнью. К примеру, в США в 1922—1931 годах было зарегистрировано около 2 млн. заболевших (при этом энцефалопатии, как осложнение болезни, возникали с частотой 1/12 000 – 1/1 200) и 7,3 тысяч человек в год умирало от коклюша. Можно себе представить, что произойдет, если отменить вакцинацию, — из-за эпидемии частота истинных коклюшных энцефалопатий возрастет примерно в 2800 раз.

Миф пятый: «В вакцинах содержатся возбудители неизлечимых заболеваний».

Года два назад в СМИ обсуждались слухи о том, что загрязненные прионами вакцины заражают людей коровьим бешенством. В самом деле, продукты, полученные из крупного рогатого скота, используют при производстве вакцин: питательные среды для выращивания бактерий, трипсин из поджелудочной железы для ферментации, желатина (гидролизат соединительной ткани), глицерин и Твин 80 (продукты переработки говяжьего жира). Поэтому чисто теоретически существует риск загрязнения прионами вакцин против полиомиелита, клещевого энцефалита, гриппа, желтой лихорадки, кори-паротита-краснухи, гепатита А, ветряной и натуральной оспы, дифтерии, столбняка, коклюша, брюшного тифа и сибирской язвы. Однако на практике загрязнение прионами невозможно, поскольку сырье для производства



вакцин получают из тех стран, где не зарегистрировано ни одного случая коровьего бешенства. К тому же используют мышечную ткань, молоко и сыворотка, зараженность которых прионами в 100 млн. раз меньше, чем у головного, спинного и костного мозга, а сами прионы способны размножаться только в мозговой ткани *in vivo*, но не в культурах клеток. Производство вакцин осуществляется в соответствии с современными принципами GMP (good manufacturing practice — Хорошая производственная практика) с контролем на каждом этапе, от сбора исходного сырья до лекарственной формы. Есть и другие степени защиты. В результате расчетный риск прионового загрязнения даже при исходно инфицированной мышечной ткани составляет от 1/40 млн. до 1/2 000 млн., а при инфицированной сыворотке плода коровы — менее 1/40 000 млн. доз вакцины. Словом, теоретический риск загрязнения вакцин прионами исчезающе мал, а точнее, близок к нулю.

Кстати, благодаря усилиям ветеринарных служб число выявляемых случаев болезни Крейтцфельда — Якоба (коровьего бешенства) у человека в мире стремительно уменьшается: среди родившихся в 1990—1999 годах в 20 раз меньше больных, чем среди родившихся в 1970—1974-х, хотя количество применяемых вакцин и охват прививками значительно выросли. С 1986 года, когда стало диагностироваться это заболевание, не было ни одного случая, когда оно возникло вследствие вакцинации, хотя в мире было введено много миллионов доз вакцин.

Еще одна страшилка — вакцины загрязнены «нанобактериями». Теми самыми, которые вызывают хронические заболевания, от слабоумия, рассеянного склероза и почечных камней до артритов, атеросклероза, ишемической болезни сердца и рака.

Этот миф возник из простого лабораторного артефакта, который биохимик и электронный микроскопист из Финляндии (Е.О. Kajander и N. Ciftcioglu) в начале 1990-х годов приняли за новую форму жизни. Они нашли неизвестные ранее коккообразные размножающиеся структуры размером 0,05—0,5 мкм, которые назвали «нанобактериями». Кроме фантастических свойств им была приписана способность вызывать тяжелые хронические заболевания. На самом деле «нанобактерии» — это преципитаты CaCO_3 (продукт взаимодействия CO_2 и NaHCO_3 в биологических жидкостях, культуральных средах и сыворотках), которые могут адсорбировать белки и имитировать «растущие» микроорганизмы. Например, в сыворотке плода коровы они адсорбируют фетuin, а в жидкостях человека — сывороточный альбумин. Те же финские авторы обнаружили присутствие нанобактерий в 80% коммерческих образцах сыворотки плода коровы и в девяти вакцинах, при производстве которых она применяется. Надо отметить, что ни один рецензируемый журнал не опубликовал это псевдооткрытие и никто в мире за 12 лет его не подтвердил. Словом, это классический пример мифа, раздуваемого антипрививочной пропагандой.

Передается также слух, что вакцина БЦЖ не только не защищает от туберкулеза, но и сама его вызывает, поэтому БЦЖ-вакцинацию отменили во всех цивилизованных странах. Эта дезинформация весьма популярна в России, поскольку у нас довольно высока заболеваемость туберкулезом легких. На самом деле БЦЖ-вакцинация применяется во всех странах без исключения, но по-разному. В более 150 странах это всеобщая (разумеется, не везде вакцинируют 90%) neonatalная вакцинация, причем в 30 из них с ревакцинацией, а в 31 стране — избирательная вакцинация групп высокого риска. В странах с высокой заболеваемостью вакцинируют всех новорожденных детей и повторно делают прививку детям старшего возраста с отрицательной кожной реакцией на туберкулин. Тактику поведения диктует эпидемиологическая ситуация, а точнее, заболеваемость туберкулезом. В России, например, 100 заболевших на 100 тысяч населения, в США — четыре, а в Канаде только один. Чехия,

Словакия, Иордания, Норвегия после официальной отмены всеобщей neonatalной вакцинации либо ввели ее снова, реагируя на рост заболеваемости, либо делают ее по просьбе населения (Норвегия).

Инфекционный процесс, который изредка возникает после прививки при внутрикожном введении вакцины БЦЖ, — это не первичный туберкулез. Он имеет иную патоморфологию, клинику и развитие. Без прививки же практически у всех впервые инфицированных (это почти всегда дети) возникает истинный первичный туберкулез, который у 95% протекает в стертой форме и быстро заканчивается выздоровлением и формированием клеточного иммунитета. Однако примерно 5% первично инфицированных становятся хрониками, и в какой-то момент заболевание может стать генерализованным (охватить весь организм), что нередко приводит к летальному исходу.

Вакцинация БЦЖ не предотвращает, а задерживает первичное инфицирование. Ее защитный эффект в том, что «спящий» туберкулез не активируется в организме. С 1977 по 2006 год в лучших научных журналах были опубликованы результаты более 35 клинических испытаний, выполненных в различных по заболеваемости странах: в Канаде и Греции, Турции и Финляндии, Индии и Боснии... Результат: БЦЖ-вакцинация препятствует инфицированию и возникновению первичного туберкулеза, облегчает течение вторичного, продлевает жизнь и повышает эффективность других вакцинаций.

Ни в коем случае нельзя игнорировать противопоказания к прививке. Всегда назначение и отвод от вакцинации — это огромная ответственность врача. Надо помнить также, что вакцинопрофилактика — один из наиболее благотворных вкладов медицинской науки в общественное здравоохранение. Благодаря ей в развитых странах частота некоторых инфекционных заболеваний (оспы, гепатита В, дифтерии, кори, паротита, полиомиелита, врожденной краснухи, гемофильной инфекции типа В) снизилась почти на 100%. Именно вакцинопрофилактике человечество в значительной мере обязано увеличением продолжительности жизни.

Что еще можно почитать об антипрививочных мифах

А.Н.Мац Врачам об антипрививочном движении и его вымыслах в СМИ. «Педиатрическая фармакология», 2009, т. 6, № 4, с. 1.

А.Н.Мац, А.В.Гольдштейн Антипрививочная дезинформация относительно частоты побочных эффектов и токсичности вакцин. «Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии» 2010, № 2, с. 111.

M.G.Myers, D.Pineda Do Vaccines Cause That?! A guide for evaluating vaccine safety concerns. «I4ph». Immunizations for Public Health, Galveston, Texas, 2008.

Подготовила В.Благутина

Как сшить плащ-невидимку

Доктор
физико-математических наук
А.Е.Дубинов,
Л.А.Мытарева

Пропускание и отражение

Волшебный фольклор народов мира богат оптическими, или зрительными, заблуждениями. Шапки-невидимки, фантомы, оборотни, призраки и волшебные видения... Многие читали гениальную повесть Герберта Уэллса «Человек-невидимка» и переживали вместе с главным героем мистером Гриффином все трудности, возникшие после того, как он добился полной невидимости, став «человеком-медузой». Гениальность Уэллса заключалась в том, что он, веря в невозможность реализации невидимости, сумел предвидеть, с какими техническими проблемами столкнулся бы человек-невидимка в обычной жизни. Заметными будут съеденная им пища, вдыхаемый и выдыхаемый табачный дым, дождь или туман сделают видимой поверхность тела, прозрачность век будет мешать сну и т. п. А еще Уэллс понял, что невидимость может превратить тихого ученого в преступника.

Выражение «человек-медуза» не случайно: именно на принципе малой заметности медузы в морской воде была основана идея Уэллса. Приняв специальные препараты и обработав себя некоторыми фантастическими лучами, Гриффин добился равенства оптических показателей преломления собственного тела и окружающего воздуха.

Возможно, повестью «Человек-невидимка» зачитывались в юности и те, кто сейчас разрабатывает военную технику. Конструкторы-оружейники и военачальники всегда обращали внимание на способы маскировки военной техники и оружия, причем не только в оптическом, но и в радио-, и даже в акустическом диапазоне. Если ввести противника в заблуждение о расположении, количестве и качестве живой силы и военной техники, это может определить исход баталии — вспомним хотя бы троянского коня.

А как поступают сейчас? Понятно, что построить, скажем, самолет-медузу пока не представляется возмож-



1

Примеры создания зеркальных заблуждений с помощью технологий «Stealth»: цирковой фокус «говорящая голова» (а), самолет F-117 (б), шведский корабль «Visby» (в)

ным. Наиболее распространенными и дешевыми способами маскировки до сих пор остаются дымовые завесы в оптическом диапазоне или создание облака металлических отражателей в радиодиапазоне.

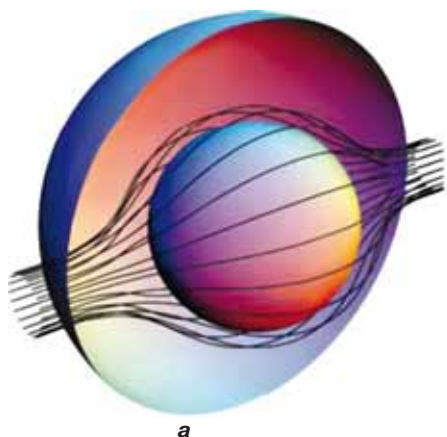
При разработке новых принципов создания заблуждений зачастую используют приемы, применяемые фокусниками. Как здесь не вспомнить знаменитый зеркальный фокус «говорящая голова» (рис. 1а), который, по-видимому, вдохновил разработчиков известной технологии «Stealth». Такая зеркальная технология создания заблуждений в СВЧ-диапазоне нашла свое воплощение в угловатых конструкциях самолетов (рис. 1б) и кораблей (рис. 1в).

Однако научная мысль не стоит на месте. За последние четыре года были высказаны, обоснованы и опро-

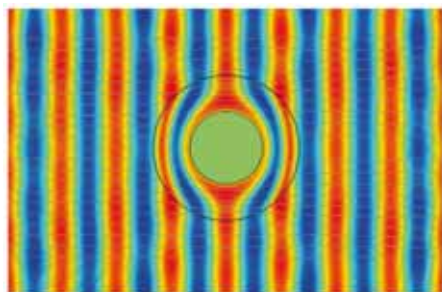
бованы новые ключевые идеи создания заблуждений. Как известно, и свет, и радиолучи — это электромагнитные волны. Поэтому необходимо было научиться так управлять этими волнами, чтобы волновая картина создавала необходимое заблуждение, например в виде волновой невидимости, волнового миража или волновой иллюзии, которые, в свою очередь, и реализуют упомянутые выше сказочные шапку-невидимку, волшебное видение или оборотня. В чем разница между миражом и иллюзией, мы рассмотрим далее.

Оболочка невидимости и «китайский зонтик»

Идею, которая, возможно, в ближайшем будущем сделает невидимость реальной технологией, предложили



а



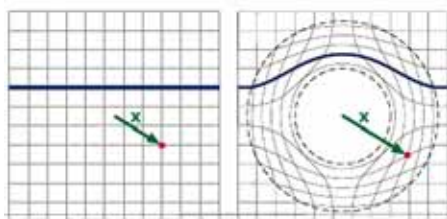
б

2 Маскировка методом волнового обтекания: ход лучей в оболочке (а), волновая картина обтекания (б)

Джон Пендри с соавторами из лондонского Империял-колледжа в 2006 году. Она заключалась в том, чтобы накрыть тело специальной маскирующей оболочкой, которая должна искривлять фронт падающей электромагнитной волны, заставляя лучи огибать тело, а на выходе принимать прежнее направление. При этом со стороны все выглядит так, будто на пути волны ничего нет, то есть наблюдатель вместо тела, защищенного маскирующей оболочкой, увидит то, что находится позади этого тела.

Чтобы наблюдатель не заметил никаких признаков присутствия неоднородности на пути волны, нужно, чтобы оптическая длина пути каждого луча в оболочке была такой же, как если бы он распространялся прямо-

3 Преобразование координат: прямая линия и вектор X в исходной (декартовой) системе координат (а), декартова сетка, те же линия и вектор в новых координатах (б)

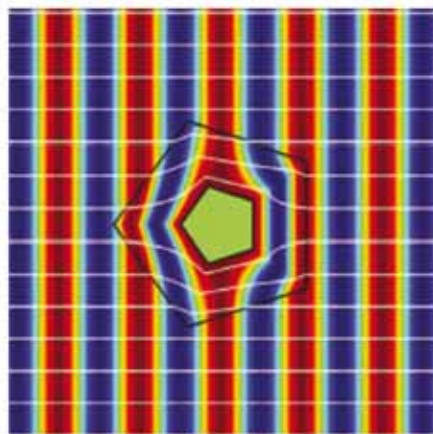


а

б

линейно в свободном пространстве. Иначе лучи, прошедшие через оболочку, не «впишутся» в общую картину: они будут интерферировать с лучами, не взаимодействовавшими с оболочкой, искажая картину поля. Такой метод создания невидимости получил в англоязычной литературе название cloaking (от англ. cloak — плащ, мантия), а в русской — «маскировка методом волнового обтекания». Действительно, огибание волной тела очень похоже на ламинарное обтекание тела жидкостью. Как работает оболочка Пендри в зондирующих лучах, показывает рис. 2.

Осуществлять эту идею предлагается за счет неоднородности и анизотропии вещества маскирующего покрытия. Действительно, явление преломления



а



б

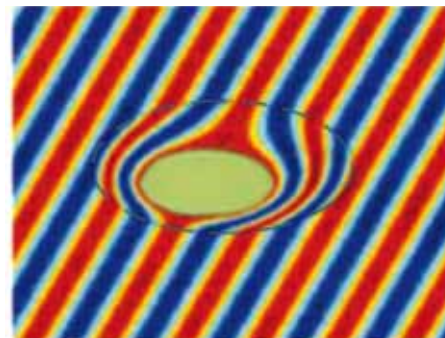
луча на границе двух сред всем хорошо знакомо. Но если показатель преломления среды меняется непрерывно, то и луч непрерывно преломляется, и его траектория есть гладкая кривая, огибающая объект.

Как рассчитать параметры маскирующего покрытия (а именно тензоры диэлектрической и магнитной проницаемостей), чтобы получить нужные лучевые траектории? Пендри предлагает подход, не менее интересный, чем сама идея искривления лучей. Он заключается в том, чтобы

4 Маскировка тела возможна независимо от его формы, ориентации и формы волнового фронта волны: наклонное падение плоской волны на пятиугольник (а); падение плоской волны на невыпуклый многоугольник в форме женской фигурки (б); падение сферической волны на невыпуклое тело произвольной формы (в); наклонное падение плоской волны на эксцентричную эллиптическую оболочку (г)



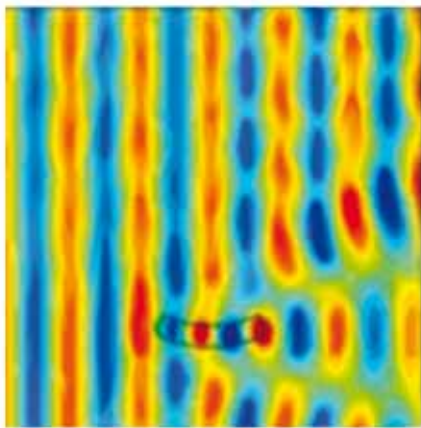
в



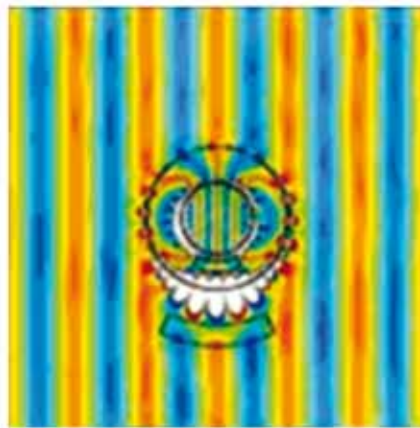
г

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ





а



б

5

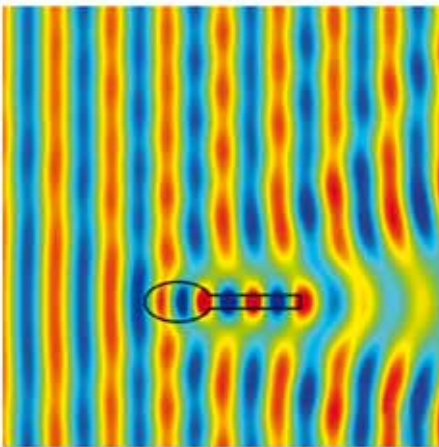
Волновые картины, объясняющие внешнюю маскировку методом плазмон-поляритонного «китайского зонтика»: открытый рассеиватель (а); рассеиватель, замаскированный расположенным рядом зонтиком (б)

внутри оболочки мысленно создать искривленное пространство, используя преобразование координат. В декартовой сетке (рис. 3а) заменим точку сферой, в которой будет находиться «невидимый объект» (рис. 3б), и для полученной системы координат решим уравнения Максвелла.

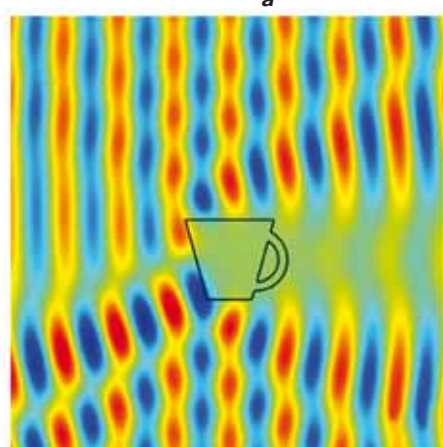
В основе этого подхода лежит тот факт, что уравнения Максвелла инвариантны по отношению к пространственным преобразованиям. А коль скоро вид уравнений одинаков, то и решения будут иметь одинаковый вид по отношению к своим системам координат. Иначе говоря, среда, в которой создано новое распределение параметров, будет искривлять прямой луч точно так же, как преобразование искривляет прямую линию, пересекающую оболочку (рис. 3).

7

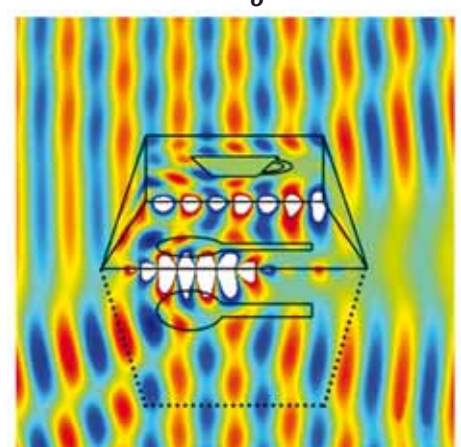
Волновые картины, объясняющие иллюзию: рассеяние плоской волны ложкой, имеющей диэлектрическую проницаемость (а); рассеяние плоской волны металлической чашкой (б); рассеяние плоской волны ложкой в оболочке, создающее такое же рассеяние, что и чашка, то есть волновая картина иллюзии (в)



а



б



в

Так как преобразование не затрагивает временной координаты, то фазы каждого луча в оригинальной и преобразованной системах координат будут равны между собой в каждый момент времени. Таким образом, с помощью преобразования координат удастся вычислить параметры маскирующей оболочки, удовлетворяющей всем названным требованиям невидимости.

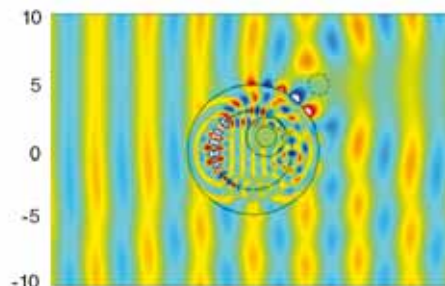
После выхода статьи Пендри в зарубежной научно-технической печати начался бум. Число публикаций, развивающих теорию новых принципов невидимок на основе таких покрытий, растет лавинообразно (сейчас — до нескольких статей в неделю), и уже более десятка зарубежных лабораторий активно включились в гонку за лидерство в этой области, причем по массовости публикаций и идей лидируют китайские ученые.

Прежде всего были решены геометрические проблемы: метод работает для маскируемых тел произвольной формы и для волн, падающих на них с любой стороны, причем необязательно с плоским волновым фронтом. На рис. 4 показаны результаты расчетов маскировки, взятые из разных статей китайских ученых и показывающие, что порой можно справиться с задачей маскировки в самых причудливых геометрических ситуациях. Также были предложены различные решения, упрощающие физические свойства оболочек.

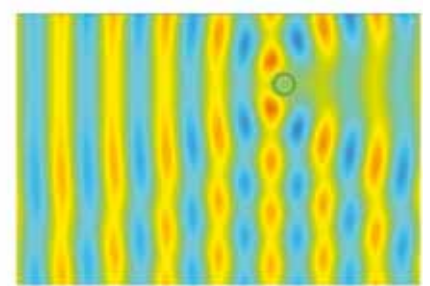
Интересна идея внешней маскировки, изобретенной китайскими учеными (Юнь Лай и другие из Гонконгского университета, 2009), — так называемый «китайский зонтик», показанный на рис. 5. На нем мы видим U-образный диэлектрический рассеиватель, создающий тень для плоской волны. Если же с ним рядом расположить специально рассчитанный круглый маскирующий элемент, то он спрячет рассеиватель, как зонтик от дождя. Теоретически такой зонтик можно рассчитать для любого объекта. Китайский зонтик — один из методов, решающих проблему «слепоты» замаскированного объекта (на-

6

Волновые картины, объясняющие мираж: рассеяние волны шариком (сплошной кружок), окруженным плазмон-поляритонной оболочкой, которая формирует внешнее изображение, — пунктирный кружок (а); эквивалентное рассеяние волны шариком, помещенным в точку нахождения изображения (б)



а



б

блюдатель, находящийся внутри оболочки Пендри, сам не видит окружающих предметов). Существуют еще несколько других методов борьбы со слепотой: специальные окна в оболочке, антимакировка, внешняя маскировка, обмен информацией волнами другого типа.

Расчет иллюзии

Невидимость — не единственная находка в технологиях обмана. Можно, например, создать заблуждение о положении тела в пространстве так, чтобы наблюдатель видел его изображение не в том месте, где объект находится на самом деле, а в другом. Это заблуждение получило название миража. Как рассчитать оболочку, формирующую эффект миража, впервые предложил тот же Джон Пендри в апреле 2007 года. Однако эффект миража у него оказался небольшим: изображение сдвигалось всего на треть длины волны, то есть все еще располагалось внутри оболочки. Но в июне 2010 года китайцам (Вэй Ли и другим из Уханьского технологического университета) удалось предложить оболочку, в которой эффект миража был более значительным: изображение находилось уже вне оболочки (рис. 6).

Можно также создать несколько одинаковых изображений одного объекта в разных местах — так называемый множественный мираж. Оказывается, этот эффект уже давно известен астрономам: в результате гравитационного линзирования лучей черной дырой можно наблюдать на небе два и более изображений одной и той же звезды.

И еще одна изящная возможность — иллюзия, то есть вид обмана, при котором наблюдатель видел вместо маскируемого тела нечто совсем другое. Проиллюстрируем ее результатами расчетов китайских специалистов, опубликованными в июне 2009 года (Юнь Лай и другие из Гонконгского университета, 2009). Допустим, надо скрыть информацию о диэлектрической ложке так, чтобы внешнему наблюдателю казалось, что эта ложка есть металлическая чашка с ручкой, то есть необходимо обмануть наблюдателя. Эта задача имеет решение: ложку можно окружить специально рассчитанной оболочкой, которая создает такое рассеяние волны, которое и формирует необходимую иллюзию. Результаты показаны на рис. 7.

До сих пор мы считали, что падающая волна и волна, обтекающая тело, есть одна и та же электромагнитная волна. А существуют ли другие возможности? Да, существуют.

Другие волны

Во-первых, можно организовать маскировку, мираж или иллюзию, которые будут основаны на преобразовании типа волны в маскирующей оболочке или даже трансформации ее физической природы. Эта идея заключается в том, чтобы придать поверхности оболочки такие свойства, при которых основная доля энергии падающей электромагнитной волны уносится возбуждаемыми волнами другого типа (вторичная волна), а остальная ее часть поглощается поверхностью. Вторичная волна «обтекает» маскируемое тело, а затем снова преобразуется в электромагнитную волну, высвечиваясь с другой его стороны и приобретая нужную форму для создания заблуждения.

Вторичная волна может иметь самую разнообразную физическую природу: поверхностная электромагнитная волна, поверхностная плазменная волна, поверхностные плазмоны-поляритоны (специфические стоячие волны в твердом теле) и др. Нужно добиваться, чтобы фазовая скорость вторичной волны превышала фазовую скорость первичной, — в этом случае можно обеспечить восстановление фазового фронта. Если при этом вторичная волна является поверхностной, то преобразование волны может позволить существенно уменьшить толщину маскирующего слоя. Сложная волновая структура вблизи китайского зонтика на рис. 5 — это и есть плазмон-поляритонная оболочка.

Во-вторых, маскировка методом волнового обтекания — достаточно универсальное волновое явление, и поэтому она возможна и для акустических волн. Вышло уже несколько десятков статей, посвященных именно акустической маскировке («неслышимости»).

Есть и исследования, касающиеся волн другой природы. Например, в 2008 году американцы китайского происхождения показали, что метод работает и для уравнения Шредингера, описывающего волновое рассеяние элементарной частицы на специально подобранном рассеивателе с маскирующей оболочкой. И в том же 2008 году францужско-английская группа продемонстрировала, что маскировка методом волнового обтекания может быть осуществлена и для поверхностных волн, например разбегающихся от брошенного в жидкость камня.

Завершим наш рассказ о методах создания заблуждений ответом на вопрос, как на практике сконструировать и изготовить необходимые обо-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

лочки? Иными словами, выше мы уже показали, как сшить «шапку-невидимку» и какие существуют для нее новые «фасоны». Осталось только выяснить, как создать для него ткань, которая одновременно и неоднородна, и анизотропна.

Около десяти лет назад были разработаны и уже применяются композиционные материалы, получившие название «метаматериалов» («Химия и жизнь» неоднократно о них писала). Метаматериал — это искусственная среда, которая представляет собой упорядоченный массив металлических элементов одинаковой формы (их часто называют «метаатомами»). Чтобы волна взаимодействовала с метаматериалом нужным образом, как со сплошной средой, размеры отдельных элементов должны быть много меньше длины волны. Таким образом, изготовление оптических метаматериалов лежит уже в русле развития нанотехнологий. Но и технология метаматериалов для СВЧ-диапазона волн — сложное и недешевое удовольствие. Созданы также акустические метаматериалы.

Многие идеи волновых заблуждений уже проверены в лабораторных измерениях с метаматериалами. Итоги экспериментов можно назвать удовлетворительными.

От редакции. О подобных работах трудно рассказывать в популярной статье. Можно перечислить основные результаты, но как они были получены, без математических формул объяснить нельзя. Читателям, которых не пугают тензоры и координатные преобразования, рекомендуем научную статью тех же авторов «Маскировка материальных тел методом волнового обтекания» — «Успехи физических наук», 2010, т. 180, № 5; полный текст есть на сайте www.ufn.ru



Политехнический музей на пороге перемен

Главному музею науки и техники нашей страны — Политехническому музею, впервые открывшему двери для посетителей в 1872 году, — предстоит второе рождение: через три года начнется его реконструкция. Но волноваться не стоит. Крупнейшие и самые известные научно-технические музеи мира, созданные почти в одно время с Политехническим — Музей науки в Лондоне (1857), Немецкий музей в Мюнхене (1903), — пережили не одну реконструкцию. И становились от этого только лучше.

Великолепное здание, в котором располагается Политехнический музей, — это памятник архитектуры конца XIX века. Поэтому оно будет бережно отреставрировано и отремонтировано. Наконец-то музей избавится от удушающего запаха пыли! Единственному в своем роде собранию Политехнического музея, насчитывающему более ста коллекций и более 160 тысяч предметов, многие из которых уникальны, тоже ничего не угрожает. Вопрос лишь в том, как их представить в обновленной экспозиции? В какой поместить контекст? Какие захватывающие истории рассказать посетителю с их помощью? И как, опираясь на коллекции музея, сделать его по-настоящему современным, динамичным и развивающимся, интересным любому человеку независимо от возраста и профессии?

Превратить наш Политехнический музей в музей науки и техники мирового уровня, в центр просвещения и инноваций, в культурно-исторический и досуговый центр в Москве — сложнейшая задача. Вот почему в прошлом году был учрежден Фонд развития Политехнического музея, который должен всячески содействовать музею в достижении этих целей.

Так, в апреле—мае 2010 года фонд осуществил международный проект «Каким должен быть современный музей науки и техники?». Этот вопрос был адресован восьми участникам проекта — лучшим популяризаторам науки из России и европейских стран, которые должны были изложить свои идеи и взгляды в форме эссе. В результате фонд собрал богатый материал, представляющий во многом схожие, но нередко и разные идеи участников проекта о том, как надо преобразовать Политехнический музей, чтобы люди хотели прийти в него вновь и вновь и могли познавательным и интересно проводить время.

Сегодня мы предлагаем вашему вниманию эссе Ирены Чешлиньски (Польша), которое пришлось сократить, чтобы уместить в журнале. Мы будем рады, если вы захотите поделиться с нами своими соображениями о том, каким вы хотите видеть обновленный Политехнический музей — современный музей науки и техники мирового уровня. Пишите нам на redaktor@hij.ru, тема письма — «Музей». Все ваши идеи мы передадим разработчикам концепции нового Политеха.



Лекарство от глобализации

Ирена Чешлинська,

Научный центр Коперника, Польша



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Вместо того чтобы ставить на подиумы предметы, давайте хоть раз возведем на пьедестал наших посетителей.

Кэтлин Маклин

Как правило, создатели экспозиций и организаторы образовательных программ работают так, будто они никогда не бывали в музее просто ради собственного удовольствия. Им кажется, что они все время находятся на перепутье между образовательной миссией и требованиями рынка. Они боятся, что любые их действия, направленные на то, чтобы сделать экспозицию занимательной, чем-то заинтересовать и увлечь посетителей, пагубно отразятся на решении образовательных задач и иных «высоких» целях, стоящих перед музеем.

Однако представление, что работники музея — это миссионеры, а посетители — дикари, которых необходимо просвещать и обращать в истинную веру, уже устарело. Давно потеряла актуальность и ушла в прошлое идея, что наша задача — «наполнить пустой сосуд знаниями». Экспозиции ни в коем случае не должны унижать или смущать посетителя, вызывая у него комплекс неполноценности, напротив, они должны бросать посетителю вызов и пробуждать желание этот вызов принять. Они должны изумлять, озадачивать, завораживать. Экспозиция должна вызывать вопросы и заставлять искать на них ответы. Именно такой подход используется в лучших музеях, созданных в последние годы.

Чего хотят посетители?

Посетители приходят в музей, имея собственный опыт, собственные мысли и знания. И задача музея — не поучать их, а вести с ними диалог на равных.

Однако задумаемся на минуту: для чего они приходят? Чего ждут от музея? Конечно, им нужна информация, но это далеко не все, в особенности сегодня, когда любую информацию можно найти в Интернете, в столь удобных для пользования электронных библиотеках — это быстрее, проще и, чаще всего, совершенно бесплатно. Сегодня каждый может утолить любопытство, не выходя из дома, сидя в любимом кресле, положив на колени ноутбук или клавиатуру компьютера, грызя яблоко или попивая чай, включив любимую музыку. Без усилия, без напряжения.

Что же может предложить музей помимо информации? Во-первых, люди приходят сюда в поисках собственного «я», в надежде найти здесь подтверждение своим ценностям и идеалам. Не случайно современные теоретики музеологии, так же как и социологи, все чаще видят в музее лекарство от глобализации. Во-вторых, вместо того, чтобы сидеть в полном одиночестве, уставившись на экран компьютера, в музее люди ищут дружеского общения, социального взаимодействия, возможности разделить с кем-то опыт и переживания. Наконец, в-третьих, они ждут от музея возможности развлечься, приятно и с пользой провести время.

Как показывают социологические исследования, эти четыре потребности — в информации, самоопределении, общении и развлечении — одинаково важны, и не следует забывать

об удовлетворении каждой из них. То, что делают, чувствуют и переживают посетители экспозиции, столь же важно, как и то, чему они учатся в музее. А может быть, и важнее.

Некоторые люди любят читать; для других чтение — мука. Некоторые больше всего ценят групповой опыт, любят работать в коллективе, делиться своими переживаниями с окружающими; другие предпочитают все делать в одиночку. Для одних важны зрительные впечатления, другие лучше воспринимают на слух, третьи — в движении и на ощупь. Есть множество стилей обучения, и каждый из нас получает знания по-своему. Для кого-то главный вопрос «почему?». Эти люди ценят прямой обмен опытом и человеческие контакты. Другие — назовем их аналитиками — в первую очередь задают вопрос «что?». Им нужны концепции и факты. Третьи спрашивают «как это работает?» и фокусируются на практическом опыте и решении задач. И наконец, четвертые задают вопрос: «А что, если?» Эти люди лучше всего учатся методом проб и ошибок, перебирая разные способы и варианты действий. И каждый из них должен найти в музейной экспозиции что-то для себя.

Чтобы привлечь внимание посетителей, нужно воздействовать на все органы чувств. И когда я говорю «на все», я имею в виду не только очевидные зрение и слух, но также и тактильные ощущения, вкус, чувство равновесия и проприоцепцию — ощущение положения частей нашего тела. И обоняние, самое недооцененное из наших чувств и, между прочим, наиболее тесно связанное с эмоциями.

Прекрасным примером может послужить выставка в Reg Vardy Gallery в Университете Сандерленда в Великобритании, где представлены... запахи исчезнувших или труднодоступных вещей. Здесь можно узнать, как пахла первая атомная бомба или аптечка средневекового лекаря. На выставке демонстрируются также запахи упавшего метеорита, викторианского сада и орбитальной станции «Мир». Разве не интересно, как пахли волосы Клеопатры, чилийский сандал, который исчез с лица земли сто лет тому назад, в 1908 году, или *Ilex gardneriana*, одна из разновидностей падуба, последний экземпляр которого исчез в 1997 году? Один из самых необычных ароматов на этой выставке — это запах поверхности Солнца. А в парижской гостинице Музея Шопена в Варшаве постоянно присутствует запах фиалок — любимых цветов композитора. И если, посещая Политехнический музей, мы сможем увидеть лабораторию Ломоносова, почему бы также не узнать, каков был любимый запах ученого?

Величайший грех в деле передачи знаний — монотонность. Доклад, прочитанный на одной ноте, ровным тоном, не прерываемый шутками или вопросами к аудитории, — пусть даже он будет очень умным — непременно усыпит слушателей.

Как говорил выдающийся физик и замечательный педагог Лев Давидович Ландау, хороший доклад — это такой доклад, начало которого увлекает уборщицу, случайно задержавшуюся в аудитории, продолжение понятно студентам, а в конце возникают вопросы, которые могут поставить в тупик и профессора. Точно так же построена и хорошая экспозиция. В

ней, как и в докладе, должно быть место и шутке, и неочевидным параллелям, и небанальным сопоставлениям, и смелым интеллектуальным экскурсам. Для каждого — от четырехлетнего ребенка до высококлассного специалиста — здесь должно быть что-то интересное. Как же этого добиться?

Конечно, надо так группировать экспонаты, чтобы в каждом разделе наряду со сложными элементами были и такие, которые может понять и самый юный посетитель. Но не менее важно использовать разные способы изложения материала, которые учитывали бы особенности восприятия различных групп посетителей. И здесь на помощь музейным работникам приходят новые технологии.

В норвежском центре «Vilvite» в Бергене или в голландском «Media Experience» входные билеты содержат чипы радиочастотной идентификации (RFID), позволяющие индивидуализировать посещения экспозиции. Благодаря этому экспонаты способны самостоятельно «различать» посетителей и выбирать формы изложения в соответствии с тем, к какой группе относится тот или иной посетитель, насколько он заинтересован и включен в тему.

Этот принцип индивидуализированного изложения, доступный благодаря скрытому во входном билете чипу RFID, используется и в уже упоминавшемся варшавском Музее Шопена. Дети, взрослые, люди с музыкальным образованием, незрячие и другие получают здесь совершенно разные комментарии к экспозиции.

Можно использовать виртуальную реальность в виде специальных приложений для мобильных телефонов. Это позволяет не перегружать экспозицию текстами, ограничивая их до разумного минимума. Если посетителя заинтересовал какой-то предмет, он просто направляет на него камеру своего телефона и получает информацию прямо на экран мобильного — причем не только тексты, но и изображения, музыкальные клипы или фильмы. Так, «под взглядом» телефонной камеры может зазвучать старинный музыкальный инструмент, долгие годы молчавший в музейной экспозиции, или, казалось, навсегда остановившиеся механизмы вдруг оживут в фильме или анимации на экране.

Музей предлагает нечто большее

Хороший фильм, интересная книга или увлекательная телепередача могут расширить наш кругозор, углубить наши знания и открыть нам глаза на то, чего мы раньше не знали, не видели и не понимали. Однако музей предлагает нечто несравненно большее — совместные переживания, открытия, социальное взаимодействие — вещи, которые для многих из нас исключительно важны. Среди нас немало тех, для кого общение с людьми, разделяющими наши интересы и ценности, — одно из наивысших жизненных удовольствий.

Чтобы усилить этот эффект социального взаимодействия, многие музеи предлагают посетителям различные виды коллективной деятельности. Например, некоторые экспонаты специально сконструированы так, чтобы одновременно вызвать интерес большого числа посетителей и побудить их к совместному действию. Хорошим примером может служить созданная в центре «Exploratorium» в Сан-Франциско экспозиция, демонстрирующая преобразование кинетической энергии в электрическую. Чем больше людей крутят педали или ручки, тем большее электричества они генерируют совместными усилиями и тем больше электрических приборов работает в экспозиции.

Часто посетителям предлагают принять участие в игре или решить определенный набор задач. Такова, например, структура американской экспозиции «Осмотр места преступления» (CSI: The experience), созданной по мотивам известного телесериала. Посетитель выступает здесь в роли детектива, расследующего уголовное дело, а заодно узнает о возможностях и достижениях современной криминалистики.

Есть даже экспозиции, построенные исключительно на игре,



— в них нет ни единого экспоната. Например, «Epidemik» — французская мультимедийная выставка, погружающая посетителей в мир компьютерной игры, где их задача — сдержать распространение пандемии. От скорости и точности принятия решений зависит судьба мира. Это страшно увлекательное занятие, позволяющее попутно расширить свои познания в медицине и представление о действии общественных механизмов. Полученная таким образом информация надолго останется в памяти.

Разумеется, экспозиции, посвященные историческим ценностям и проблемам общественного развития, должны опираться на исторические предметы, образы и тексты. Однако это вовсе не означает, что в них нет места интерактивности. Мультимедиа и анимация способны переносить нас в такие области, в которые мы бы никогда не попали, разглядывая статичные предметы. Мы можем путешествовать во времени, наблюдать, как рождается история, видеть, как обретает плоть фантазия, и оживлять прошлое. Интерактивные методы позволяют активно участвовать в дискуссии и сравнивать свое мнение с мнением других посетителей.

Незаменимый интерактивный формат — разного рода игры-стратегии. Замечательный экспонат такого типа можно найти в Музее науки в Лондоне: посетитель выступает в роли политика, который решает энергетические проблемы своего региона. Он должен сказать, где и какие надо строить электростанции, а затем отвечать за последствия — к счастью, виртуальные — принятых им решений.

Однако это не означает, что мультимедийные и интерактивные экспонаты должны вытеснить традиционные коллекции. Напротив, вводя в экспозицию интерактивные элементы, нужно тщательно следить за тем, чтобы современные «игрушки» не заслоняли исторических предметов, но лишь подчеркивали и проясняли их значение, помогали понять, как достижения прошлых поколений повлияли на нашу сегодняшнюю жизнь.

Статические элементы и тексты в экспозиции можно



Голландская компания «Oreca» вполне традиционно подошла к изображению объектов, связанных с былым индустриальным обществом, в Национальном музее Дании



В интерактивном обучающем центре «Магна», который создала в Южном Йоркшире компания «Event Communications», посетители не только видят искры, летящие при разливке стали, но и чувствуют жар струи металла

уподобить докладу, в то время как интерактивные элементы — это скорее диалог, беседа. Можно ли представить себе хороший доклад, в котором не остается места для вопросов из зала?

Физики и лирики

Одна из главных задач музея в XXI веке — заботиться о наследии и в то же время быть готовым идти навстречу требованиям современной публики. Лишенное контекста и оторванное от жизни наследие прошлого не является ценностью. Музей должен воспитывать уважение к прошлому, но и заглядывать в будущее, помня, что только в контексте будущего посетители могут понять, какое влияние оказали история и наследие на их собственную жизнь. Ничто не заменит уникальных сокровищ культуры и бесценного опыта, который мы получаем при общении с ними.

Из всех европейских и американских музеев науки и техники самое большое впечатление производит, пожалуй, расположенный в Барселоне музей «CosmoCaixa». В прошлом это был естественно-научный музей, который радикально изменили и перестроили в 2005 году. И хотя в обновленном музее появилось множество интерактивных элементов, здесь не отказались от экспонирования внушительной коллекции окаменелостей и минералов, и именно благодаря этим уникальным подлинным экспонатам музей нашел свой индивидуальный стиль. Здесь в рамках единой общей экспозиции мы обнаруживаем взаимосвязанные интерактивные площадки, демонстрации законов физики и бесценные музейные экспонаты.

Важно подчеркнуть, что в создании музея «CosmoCaixa» принимали участие художники, и в результате экспозиция здесь не только учит, но прежде всего вдохновляет и увлекает. Приглашение художников к работе над музеями науки и техники имеет и более глубокий, символический смысл. Наука — это часть культуры, где Платон, Менделеев, Шекспир и Достоевский занимают одинаково важное место, где равно ценится как эмпирическое познание, так и отвлеченные

интеллектуальные построения. Не стоит совершать вивисекцию, искусственно отделяя науку от культуры. Огромный потенциал России — наряду с научно-техническими достижениями — это также ее искусство и литература.

Коллекции Политехнического музея — прекрасная основа для создания пространства, которое могло бы стать местом общения гуманитариев и инженеров. Этот музей имеет все шансы стать хранителем общего наследия, средой, где встречаются ученые и художники, где каждый может почувствовать себя полноправным участником общего творческого процесса, открывая для себя что-то новое и расширяя свой кругозор в области, где он не специалист. Вот лишь несколько тематических линий, отвечающих этой идее.

Вавилонское столпотворение

«Перо — это язык души», — писал Сервантес. Действительно, перо наводит на размышления о текстах, языке, речи, которые составляют фундамент человеческой цивилизации. Хранящаяся в Политехническом музее коллекция письменных принадлежностей из 8000 предметов столь же богата, как и мир звучащих на планете языков, которых по оценкам лингвистов сегодня 7—8 тысяч. Это интересное совпадение, на котором можно построить повествование для этой коллекции. Однако не у всех языков есть свои «перья» — некоторые по-прежнему существуют в бесписьменной форме. Рассказ о многообразии человеческой речи придаст экспозиции ручек более глубокое, гуманитарное измерение и одновременно позволит ввести интерактивные элементы.

Технически это могут обеспечить «голосовые рефлекторы», в основу которых положена ультразвуковая технология. Они очень точно направляют звук, идущий из аудиосистем. Такое устройство, установленное в автомобиле, позволяет каждому пассажиру слушать свою радиостанцию, причем без всяких наушников, так как каждый звуковой поток достигает только ушей конкретного человека. Я видела такую систему в одном



В лондонском научно-образовательном «Центре клетки» (работа компании «Land Design Studio») посетители могут не только разобраться с тем, что находится внутри этого мельчайшего блока живой материи, но и узнать об исследованиях, которые прямо сейчас проходят в ведущих биологических лабораториях Лондона

книжном магазине на Манхэттене. Я листала книжки, и вдруг кто-то отчетливо прошептал мне в ухо: «Ты иногда думаешь об убийстве?» Я удивленно оглянулась, но вокруг никого не было. А голос продолжал: «Я думаю об этом все время. Я автор популярнейших детективов...» Оказывается, я стояла в таком месте, куда был направлен поток звуковой рекламы.

Эту технологию, позволяющую очень точно направлять звук в конкретную точку пространства, можно с успехом использовать для эффектного показа коллекции ручек. Склоняясь над отдельными экспонатами, посетитель может услышать фразы, произнесенные на одном из мировых языков или на одном из языков и диалектов народов Российской Федерации. Или, например, звуковое сопровождение может содержать литературные цитаты, высказывания философов и ученых. Позволив перьям заговорить, мы и в самом деле сделаем их языком нашей души.

Турбины и лампочки

Невозможно ходить по залам, полным впечатляющих двигателей и турбин, не испытывая легкой грусти от того, что эти некогда могучие машины уже окончили свою активную жизнь и застыли на музейных подиумах. Трудно удержаться от желания их оживить, заставить двигаться и вращаться.

Однако коллекция исторических предметов существует по своим правилам — «Не трогать!». Конечно, экспонаты нельзя эксплуатировать — они для этого слишком ценные. Но и у детства свои законы, и его главная ценность — это любопытство. Нельзя убивать это чувство в зародыше набором запретов, причем в таком месте, где должен царить культ науки. Дополнив традиционную коллекцию турбин несколькими эффектными интерактивными устройствами, мы сможем объяснить принцип действия ценных экспонатов и лежащие в их основе достижения инженерной мысли, а также создадим место, где дети — которые познают мир скорее через действие, чем через размышление, — смогут с умом и пользой расходовать свою неистощимую энергию.

В голландском музее «Немо» в Амстердаме толпы детей занимаются установкой моделей различных турбин — системы Френсиса, Каплана или Пелтона — в русле специально созданной искусственной речки. Они стараются расположить турбины так, чтобы они генерировали максимальное напряжение. В другом месте дети устанавливают в искусственно созданном воздушном потоке модели ветряков и стараются вычислить, сколько нужно лопастей и какой

формы, чтобы достичь максимального эффекта в генерировании электричества. Не меньшей популярностью пользуются модели генераторов и двигателей, демонстрирующие принципы работы этих устройств, а также дидактические инсталляции, наглядно объясняющие фундаментальные принципы электричества и магнетизма, такие, как спираль Роже, «лестница Иакова», опыт с кольцом, иллюстрирующий закон Ленца.

Прогулка по залам, где выставлены коллекции, посвященные энергетике, неизбежно заставляет задуматься о проблемах, которые сегодня актуальны во всем мире: заканчивающиеся запасы полезных ископаемых и климатические изменения, вызванные, возможно, деятельностью человека. Пусть же вопросы, которые готовы сорваться у нас с уст, станут одним из вспомогательных сюжетов этой экспозиции.

Наверное, каждый слышал о поисках альтернативных источников энергии, так же, как и об энергосберегающих технологиях. Но что значит «энергосберегающий»? В этом можно убедиться, зажигая по очереди электрические лампы разных поколений — обычную, традиционную лампочку, затем энергосберегающую лампочку и, наконец, светодиодные лампы — используя для этого собственную мышечную энергию, крутя ручку или педали установленного в зале велотренажера, который соединен с генератором. Сколько мы тратим денег, оставляя в розетке неиспользуемое зарядное устройство для мобильного телефона? Правда ли, что во всем мире электроэнергия стоит одинаково? Цену за киловатт-час энергии в разных частях света можно показать на интерактивном глобусе.

А как мы будем получать энергию в будущем? Какой из ее источников наиболее эффективен? Что выделяет в атмосферу больше всего углекислого газа? Сколько часов будет гореть лампочка в 60 ватт, если ее энергия получена от сжигания одного килограмма угля? А от расщепления одного грамма урана? Каждый из этих вопросов может быть положен в основу разработки интерактивной инсталляции или хотя бы информационной панели, которая послужила бы прекрасным фоном для коллекции этих исторических памятников.

Скелет на велосипеде и телефонные будки

Коллекция исторических велосипедов — чудо как хороша, буд-то конюшня с чистокровными скакунами. Почему бы не дополнить ее каким-нибудь абстрактным, концептуальным содержанием, скажем, элементами, объясняющими физический принцип езды на велосипеде? Тем более что трудно, прогуливаясь меж сотен прекрасных машин, не захотеть самому покрутить педали. Маленькие дети с удовольствием попробуют свои силы, осваивая езду на трехколесных велосипедах... с квадратными колесами. А взрослые между тем могут поразмышлять над математическими аспектами этого странного устройства. Другие посетители захотят сесть на велотренажер и, вращая педали, привести в действие «магическое зеркало», в котором они смогут увидеть... собственный скелет, едущий на велосипеде.

В некоторых музеях науки и техники — в бельгийском «Technopolis» или в португальском «Cikncia Viva» — можно встретить фантастический, волнующий и запоминающийся экспонат — цирковой велосипед. Посетитель получает возможность проехать по натянутому высоко под потолком тросу, испытывая тем самым свое хладнокровие и доверие к законам физики.

А каким чудом мы удерживаем равновесие при езде на велосипеде? Если вы думаете, что в вертикальном положении вас поддерживает гироскопический эффект, вы ошибаетесь. Физику велосипедной езды легче всего почувствовать на собственной шкуре, если попробовать передвигаться на велосипеде с «обратным» рулем, который, будучи повернут вправо, направляет велосипед влево и наоборот.

А как соединить показ исторической коллекции телефонных аппаратов с проблемами, волнующими общество? Давайте разрешим посетителям говорить! Используя пару десятков аппаратов, стилизованных под уличные телефоны-автоматы (если того потребуют акустические условия, придется соорудить будки), можно инициировать общественный диалог, затрагивающий острые темы. Сняв трубку, посетитель слышит короткое вступительное сообщение, а затем ему предлагают принять участие в опросе и сообщить свое мнение на ту или иную тему. Для голосования можно нажимать определенные кнопки. А повесив трубку, можно увидеть на специальном мониторе общие результаты опроса.

Такое решение также покажет, что важен не только сам прибор, созданный для облегчения коммуникации, но и сообщения, которое мы готовы передать другим людям.

Передышка

Посещение музея — дело утомительное, требующее работы всех органов чувств, памяти, эмоций. А освоение гектаров экспозиции рождает также физическую усталость. Хорошо, если пространство спланировано так, чтобы посетители находили места для отдыха.

В голландском Институте звука и изображения, представляющем собой комплекс огромной мультимедийной библиотеки, телевизионного архива и интерактивного музея, во многих местах — на уровне колен взрослого человека, который поэтому их практически не замечает, — устроены мягкие «норки» для маленьких детей. Туда можно заползти, посидеть посреди мягких подушек, отгородившись от музейной суеты тонкой полупрозрачной шторкой, и, не выпуская из виду маму или папу, послушать из динамиков сказку или просто отдохнуть.

Устройство элементов инфраструктуры не означает потерю полезной площади. В конце концов, наука проникает повсюду — она присутствует уже и в музейных кафе. Да что там — в «Exploratorium» в Сан-Франциско даже в туалетах благодаря специально уложенному на стенах кафелю демонстрируются оптические иллюзии. В Бостоне, в бистро Политехнического



РАЗМЫШЛЕНИЯ

музея MIT, посетители выбирают блюда из меню, стилизованного под таблицу Менделеева, а в кофейне Детского музея в Чикаго демонстрируются эффектные эксперименты из области физики низких температур, которые заканчиваются молниеносным приготовлением мороженого и сорбетов. Центр «Dana» в Лондоне — целью которого является работа с самой трудной группой посетителей, а именно с подростками, — вообще не похож на классический музей. Это, скорее, паб или клуб, где предлагают доступные для студенческого бюджета закуски и пиво (!), но это также и безопасное, приятное место для дискуссий, дебатов и встреч с представителями научного сообщества.

На собственной шкуре

И под конец скажу несколько слов о моих собственных впечатлениях, связанных с посещением Политехнического музея MIT в Бостоне, куда я пошла однажды со своими детьми. Пошла без особой охоты. В то время мне еще казалось, что в музеях нет ничего интересного.

Когда дети вбежали в один из залов, под ними тревожно закрипел пол. Неужели они успели что-то сломать, подумала я и неуверенно оглянулась вокруг, ожидая выговора. Но, о чудо, ни в одном из углов не увидела я бессмертной старушки, дремлющей на стуле, которая оживает лишь для того, чтобы злобно отчитать недисциплинированных посетителей. Половица вновь закрипела и — неужели мне это мерещится? — повернулась набок. Одновременно раздалось громыхание катящегося в нашу сторону железного шара. Через мгновение мы увидели и сам шар — вернее, очень реалистичную его проекцию. С помощью проекции на полу была создана целая инсталляция — платформа со сложным лабиринтом, полным ловушек и преград, по которому катались виртуальные бильярдные шары. Компьютер анализировал положение посетителя (или посетителей) и виртуально наклонял всю конструкцию так, как будто это была подвешенная в пространстве плоскость. Перескакивая с места на место, можно было «наклонять» пол, направляя таким образом движение шаров до тех пор, пока они не попадут в цель. Дети не хотели уходить из этого зала. А я смогла спокойно посмотреть экспозицию: сначала раздел про взаимодействие мозга и компьютера, потом — удивительную галерею кинетической скульптуры Артура Гансона.

Следующий день начался с вопроса, пойдем ли мы сегодня после школы опять в музей. Музей MIT стал для моих детей любимым местом игры и отдыха. Они никогда там не скучали. Ходили туда как минимум раз в неделю. А вскоре стало ясно, что в процессе непринужденной игры в моих детях зародился интерес к технике. Через полгода регулярных посещений их было просто не узнать. Им скоро наскучили простые развлекательные инсталляции, и они стали изучать более сложные разделы. Записались в конструкторский кружок и начали создавать собственных роботов. Тысячи моих слов не имели на них такого влияния, какое оказало то первое посещение музея. Все-таки прав был Платон: «Самый лучший учитель — тот, кто учит и одновременно вселяет удовольствие в души учеников».



Заметки профессора



А.В. Андреев

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

В жаркий августовский полдень, нежась где-нибудь на греческом пляже, созерцая девушек топлес и запивая все это не самым хорошим кофе, приятно вспомнить и осмыслить прошедший год. Конечно, не всякий профессор из России имеет такую возможность. На профессорскую зарплату по курортам не покатаешься. Но не будем о грустном.

Учебный год пролетел как поезд «Сапсан». Мне кажется, что с каждым годом эти десять месяцев уходят все быстрее. Жизнь ускоряется, или мы перестаем успевать за своими делами.

Кульман и 3D

Вот уже девять лет я веду производственную практику у студентов технического вуза. «Веду» — не совсем точный глагол. Приходится выступать в роли ангела-хранителя для своих студентов, потому что чаще всего они на предприятии не нужны. Можно, конечно, поностальгировать, вспомнить, что мы-то были в других условиях, более самостоятельными, но это непродуктивно. Вот и приходится их всячески опекать. Как сказал мне один из начальников лаборатории: «Что вы их облизываете?» Работа такая: сначала уговорить прийти именно на это предприятие, потом тащить их к диплому, даже если они сопротивляются, и подготовить на «отлично».

Зачем я это делаю? И правда, зачем одних уговаривать, других запугивать, третьих заставлять с помощью директора или декана? Зачем вместо чтения какого-нибудь теоретического курса, которыми пересыщены наши программы, «прокачивать» по 10—15 разных тем, разбираясь в тонкостях и ища чужие ошибки? Зачем? А интересно! И для души. И уж точно не ради денег. Полставки профессора — это гораздо ниже зарплаты уборщицы. Может быть, государству это тоже не нужно? Положим, я сразу студенту говорю, что за один учебный год могу

подготовить из него только плохого инженера. Хорошим он может стать еще через три года. Только учтите, «может» — не значит, что станет...

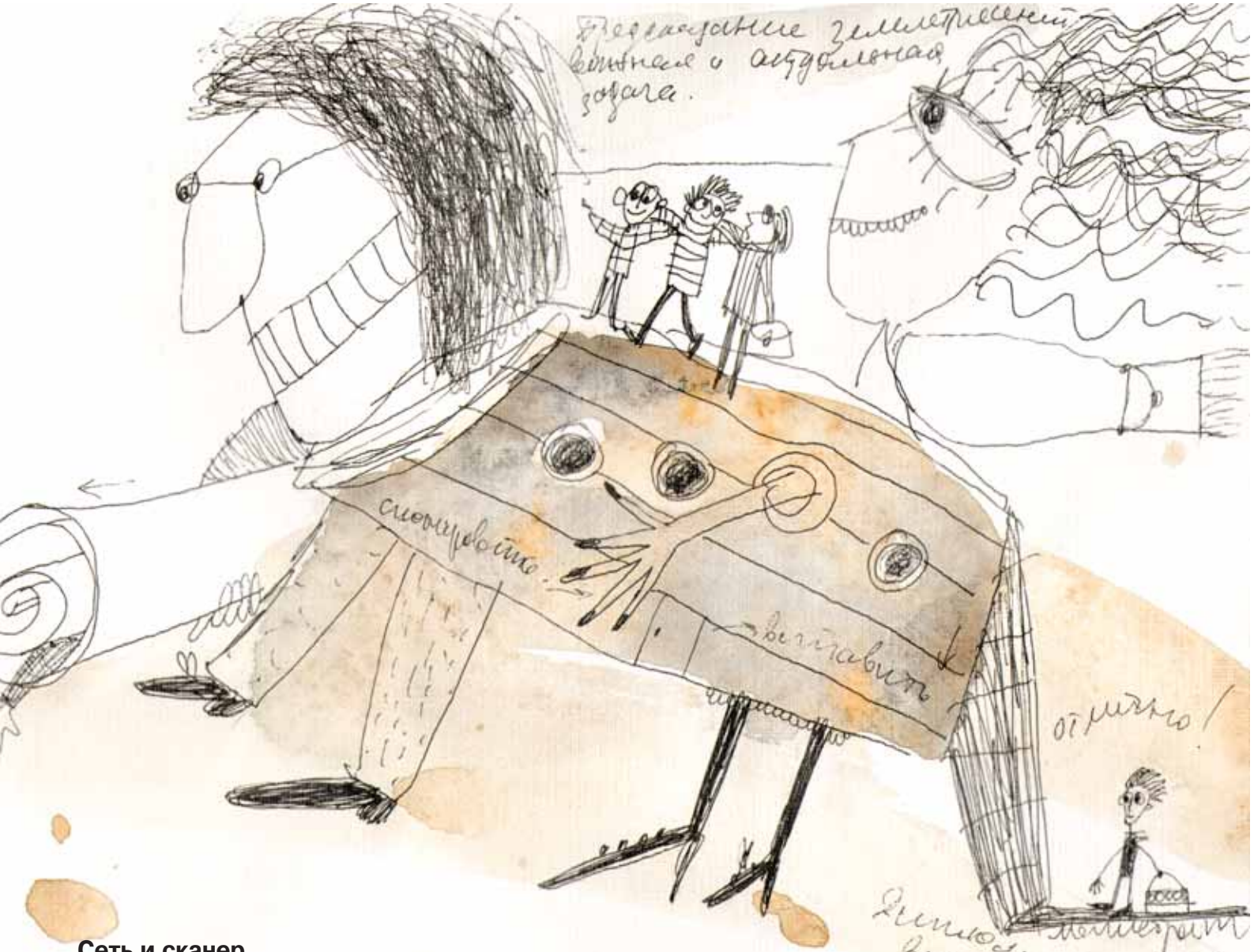
Девять лет назад я привел на предприятие, бывший «почтовый ящик», первых восьмерых студентов. Во время развала СССР и позже никто студентов на это предприятие не звал. Не до того было. А к тому времени, как нас пригласили, кадры стали совершенно пенсионными: средний возраст сотрудников — 59 лет. Директор схватился за голову и сделал немало усилий, чтобы омолодить свой «свечной заводик», тем более что по традиции на нем не только делали продукцию, но и двигали науку, то есть отчитывались по бесконечным НИР.

Итак, я пришел со студентами на практику. Картина была жутковатая: длинный ряд начальников, вспомогательных отделов, бухгалтерия, «грязное» производство с полным отсутствием автоматизации и несколько специалистов, чудом оставшихся на работе. На всех три компьютера, и это несмотря на то, что производство тесно связано с электроникой. Из этих компьютеров два стояло в бухгалтерии и еще один — у зама генерального. Этот зам включал его только тогда, когда к нему приходили, чтобы забрать «железо».

В первый наш приход произошла ссора из-за распределения студентов по лабораториям. Все хотели студентов, и побольше. Начальники лабораторий разобрали практикантов и передали их в нежные руки научных сотрудников. Научные сотрудники, занятые сверх меры и наукой, и производством, передали студентов далее — инженерам. Инженеры в силу возраста и низкой зарплаты заниматься студентами не торпились. И чем их занять? То, что знали студенты, не нужно было производству; а того, что нужно было инженерам, не знали и не умели студенты. Налицо было противоречие, как между кульманом и 3D-программой. Кроме того, наставники годились моим студентам скорее не в отцы, а в дедушки, а это уже потенциальная психологическая несовместимость. В общем, большинству практикантов было сказано: «Ты почитай тут книжки, потом поговорим». Ха! Мало того что современные студенты почти не читают книжек (об этом потом). Но и книги, написанные специалистами для специалистов, представляют большую проблему для понимания. Через эти зубодробительные формулы или специфическую терминологию студенту не прорваться. Сейчас наконец-то стали появляться учебники из региональных вузов. Они написаны именно как учебники, методически верно — от простого к сложному, но часто бывают поверхностными.

Через неделю знакомства с литературой и технологической документацией мои студенты скисли, стали пропадать на день-два, потом на неделю, а некоторые и на месяц. На вопрос: «Куда ты пропал?» — звучал стандартный ответ: «Я работаю, мне некогда!» — «Простите, у вас же учеба — это главное!» — «А я работаю...» Действительно, стипендии хватает на три-четыре дня. Зарплата на предприятии во время практики тоже не сильно раздувает студенту кошелек. И это замкнутый круг: становится специалистом, чтобы зарабатывать много, некогда, потому что надо зарабатывать уже сейчас, но мало.





Сеть и сканер

В первый год на предприятии осталось несколько выпускников. Все сочли это нормальным. Но потом несколько лет не оставался никто. Да и заниматься со студентами сотрудникам было некогда. И постепенно интерес к студентам упал. Их стали воспринимать как обузу. При каждом следующем распределении энтузиазма становилось все меньше, а заталкивать практикантов в лаборатории и цеха — все сложнее.

Каждый год работа над дипломом начинается с написания литературного обзора. За все годы я читал только один нормальный обзор, написанный студентом с первого раза. Остальные действовали по отработанной методике, то есть с помощью двух команд на компьютере: «скопировать» и «вставить». Копируются обычно файлы из Сети. Там много рефератов, рекламных статей и еще больше мусора, за качество которого никто не отвечает. Нерадивый студент привычно ищет материалы по ключевым словам и вставляет их, не задумываясь. В получившемся тексте видны смысловые повторы, одно и то же называется разными словами и обозначается разными символами. Кроме того, много лишнего, второстепенного и примитивного, не говоря уже об ошибках.

Считается, что студенческая работа в Сети — часть дистанционного образования. Мне кажется, что это такая же профанация, как и заочное образование, которое себя давно дискредитировало. А поклонникам дистанционного образования диплом о высшем образовании надо показывать на дистанции.

Конечно, в Сети есть научно-технические ресурсы, но их еще надо уметь искать. И потом встает проблема языка.

Спрашиваю:

- Как с английским?
- Нормально.
- А в зачетке?
- Отлично.
- Тогда отработывай свое «отлично».

Начинаются стоны: перевести сложно. В конце концов мы вместе переводим с русского на русский, потому что машинный перевод в технических текстах дает полную абракадабру.

Мне кажется, большинство студентов считают, что если они не нашли чего-либо в Сети, то этого нет вообще. (А судя по научным статьям, не только студенты.) Так и заявляют: «Я не нашел. Этого нигде нет». А на вопрос, в каких книжках искал, тихо опускают глазки.

Советская система подготовки инженеров предполагала, что выпускник не обязан знать и помнить все, но он знает, где это можно найти. Повторяю, современный выпускник книг не читает, да и в Сети ищет плохо. Налицо потеря позиций.

После долгих препирательств даю студенту книгу и говорю: прочти хотя бы с такой-то по такую-то страницу. И он опять тупит глазки. Вы уже догадались почему? Правильно, он книгу не читает, а сканирует, потом «распознает» текст и, не отформатировав, присылает на проверку. На вопрос, а где объясняется тот или иной процесс или понятие, раздается стандартный ответ: «Прочтите, там все написано». Таким образом приходится писать: «Сначала почитай сам эту ахию, а потом приноси». И так из года в год...

Саша

Тихий, интеллигентный и любопытный студент. В лаборатории, куда он попал, как раз разрабатывали новое изделие. Литературы не было нигде. Оставалось две недели до зачета, и тут мы поехали с ним в патентную библиотеку. Теперь с патентами можно ознакомиться с домашнего компьютера, а тогда — только очно. В библиотеке нам повезло, скопировали кучу патентов. Американцы, японцы и особенно немцы запатентовали почти все в этом простом изделии и, к счастью, дали подробные описания. Глядя на толстую пачку копий, я думал, что зачет придется ставить авансом. Каково же было мое удивление, когда через десять дней Саша принес законченный обзор патентов с ясным, грамотным изложением и оформлением! Его обзор использовали при сдаче двух тем. Саше настойчиво предлагали остаться с перспективой стать начлабом. Он думал, сомневался, но ушел сисадмином в госструктуру, то ли в Пенсионный фонд, то ли в налоговую.

Максим

Полная противоположность Саше. Работать не умел и не хотел. Он записался на первый из возможных дней защиты дипломов, чтобы побыстрее освободиться, обманном путем подписал все бумаги и пояснительную записку, но с руководителем ему не повезло. Я не подписывал эту ахинею. Да и доклад содержал только одну правильную фразу: «Предсказание землетрясений — важная и актуальная задача». Не выпустил я его на защиту, проигнорировал фразу: «Какая разница, что там (в дипломе) будет написано, это все равно никто читать не будет; хотите, напишу, что статор к ротору прибит деревянными гвоздями?» — «Нет». Перенесли ему защиту на две недели, с другой группой. Я думал, он драться ползет, но Максим только поругался и ушел. За две недели он добрал-таки до своего консультанта, с четвертого раза понял, что же они такое намерили, и полностью переписал доклад. Получилось коряво, но смысл уже угадывался. В отзыве я ему, как руководитель, оценку вообще не поставил. Надо заметить, что отзывы и рецензии студенты готовят на себя сами, что называется, под копирку. А кто, спрашивается, будет за 250 рублей читать студенческий труд в 100 страниц да еще искать в нем ошибки? Если рецензент или руководитель хотят поставить не выше тройки, то они учтиво пишут: «Диплом заслуживает высокой оценки...»

Обычно я присутствую на защите своих студентов, но, когда защищался Максим, нашел повод выйти, чтобы не позориться. И что же вы думаете? Государственная аттестационная комиссия (ГАК) поставила ему «4»! В таких случаях студенты говорят: «Yes-s!» Как и собирався, Максим «сделал» комиссию, уболтал. И никто его диплом не открывал. Что тут добавить? Наверное, и моя заслуга в его оценке есть, но он больше со мной не здоровался. Вообще, около половины студентов после защиты не говорят «спасибо».

Таким образом, возиться со студентами — не всегда благодарное дело, во всех смыслах. Министерство тоже считает, что это лишнее, ведь, например, руководитель дипломной практики должен заниматься с каждым студентом полтора часа. А что можно успеть за это время? Разобрать пару формул или прочесть десять страниц литературного обзора. Нас сознательно толкают на халтуру.

Иван

Он приехал из одной из приволжских республик. По повадкам, по внешнему виду было сразу видно, что иногородний. Аккуратно заполнял журнал по практике, переписывал формулы с доски (лекции на предприятии — обязательно), на вопрос: «Понял?» — неизменно отвечал: «Понял!» Когда пришло время обработать результаты эксперимента, я попросил его по-

строить график в логарифмических координатах. И тут Ваня страшно смутился. Спрашиваю: «Не умеешь?» Он отрицательно мотает головой. Пытаюсь ему помочь: «Ну ты же знаешь, что такое логарифм...» — и по выражению Ваниного лица понимаю, что студент пятого курса не знает, что такое логарифм. В голове промелькнули ряды законов и курсов, где использовался логарифм, и мне стали понятны его застенчивость и покладистость. В конце концов он получил за свой диплом четверку, но все формулы из доклада мы убрали.

Нежелание думать и напрягаться, очень характерное для серого большинства студентов. Это должно приводить к беде и приводит. Сквозь сита зачетов и экзаменов они прорываются всеми правдами и неправдами. Преподаватель, встретив очередного «орла», ворчит: «Как вы дошли до старших курсов? Кто поставил вам тройку по...», — но сам не желает быть крайним (таскаться по пересдачам) — и ставит очередное «удовлетворительно». Компьютерные «угадайки» и прочие дистанционные изобретения серое большинство сдает, как говорится, «на раз». А если студентка на первой сессии набрала пятерок, то она уже метит на красный диплом, и зачетка работает на нее. Таким ставить даже «хорошо» нельзя — себе дороже. Все бы ничего, только с последней краснодипломницей вышел маленький казус. Беседуем:

— Теперь ты вычислила ток, напряжение известно, можно найти мощность.

И после некоторой паузы слышу:

— А как это?

Хорошо, что я сидел.

Евгений

Был высок ростом и отличался ленью. Ему достались интересная тема и хороший консультант. Надо было разработать автоматизированный комплекс для измерений массовых изделий. Он уверял, что понимает, что к чему, как работает автомат, какой эффект измеряется. На этой благодатной волне мы доплыли до декабря. И он пропал. На звонки не отвечал, явки и пароли провалил, в Сети не засвечивался. Умные сокурсники подсказали, что искать надо в магазине. Прихожу и вижу: стоит мой дипломник в форменной накидке и впаривает людям какой-то товар, обещает несусветные скидки, продление гарантии до небес и выше, бонусы... И на лбу у него прямо-таки светится: «Обману!»

Он неохотно пообещал зайти на днях и зашел — после того, как я пригрозил его отчислить. До защиты оставалось всего ничего. Сделать и рассчитать что-либо он уже не успевал. А тут выяснилось, что у смежников есть такой прибор и съездить туда недалеко. Я популярно объяснил Евгению, что смежники ему ничем не обязаны и что за помощь их надо будет отблагодарить. Евгений, парень понятливый, сказал, что проблему решит. Смежники ему помогли, консультант ему помог, я его натаскал на доклад и дополнительные вопросы. Защитился Евгений и пропал. Ни обещанной бутылки коньяка (сам обещал, за язык никто не тянул), ни даже «спасибо». Обманул, как и следовало ожидать!

Повторюсь, все студенты разные, и оценки в зачетке редко отражают их знания, а тем более деловые качества. А ГАК — это суд присяжных, ему надо понравиться. Защищался один мой студент, Александр, который всю работу сделал сам с паяльником в руках. У него были тихий голос и манера говорить медленно. А так как он все по работе знал, то и доклад решил не учить наизусть. ГАК поставила ему «3», и только мои настоятельные просьбы позволили поднять в итоге оценку до «4». Формулировка решения была такая: «Он неуверенно отвечал, значит, плохо освоил тему». Другие уверенно врут (кто там разберется в тонкостях их эксперимента?), а Александр просто думал перед тем, как отвечал. Иной раз складывается впечатление, что человек думающий вымрет из-за невосприимчивости. А если еще вспомнить систему ЕГЭ...

Оля

Оля пришла в лабораторию, где было необходимо иногда пользоваться под тягой химическими реактивами, а иногда — измерять характеристики изделий. Под любым предлогом она не делала ни того, ни другого, благо рядом были пенсионеры, которые это выполняли играючи. Пытаясь понять причины такого поведения, я зашел на ее работу — известную систему быстрого питания. Оля работала не простым продавцом, а менеджером среднего звена. Стало понятно, что руками она ничего делать не будет по принципиальным соображениям. К апрелю ее эксперимент не сдвинулся с места, к маю она подыскала себе подходящий диплом, защищенный ранее, к июню — откровенно его переписала. Мои требования и угрозы были проигнорированы. Пришлось написать в отзыве, что «к недостаткам диплома относится очень малое отличие от ранее защищенной работы». И что? Аттестационная комиссия молча выслушала эту фразу, вызвавшую вскрики в зале, и поставила ей «отлично». Если зачетка красная, то и диплом красный. А Оля пошла в своей системе на повышение как дипломированный специалист.

До кризиса студенты легко находили себе работу и относились к трудоустройству легко, лишь некоторые держались за найденное место. Теперь, в кризис, менять работу да еще с повышением стало сложнее, и мои студенты готовы пропустить какие угодно занятия, лишь бы их не сократили. Приходит эдакий разгильдяй, который не выполняет ни одного обещания, пишет диплом, не прилагая рук, и повторяет, что у него есть работа и по специальности он не пойдет. Но к концу эксперимента он начинает догадываться, что же такое инженерная работа, и перед защитой заявляет: «А мне понравилось». А то! Инженерный труд полон открытий и возможностей для самоутверждения. Жаль, что не всякий обладатель диплома инженера это знает.

За девять лет наш «почтовый ящик» существенно преобразился, отчасти переоснастился, отчасти сократился. Не осталось ни пишущих машинок, ни кульманов, на проходной электронный турникет, и только средний возраст сотрудников не изменился. Время покажет, сможет ли предприятие вписаться новую бурную экономическую жизнь. Хотелось бы, чтобы это произошло. Тогда и выпускники будут оставаться охотней.

Что делать

Из всего, о чем тут говорилось, ясно: наше высшее образование нуждается в существенных коррективах. Я не боюсь прослыть консерватором, но полезно было бы отказаться от некоторых нововведений.

Как это ни печально, количество вузов надо сократить или перевести многие из них в разряд технических школ, техникумов и т. п. В настоящее время школы не готовят столько абитуриентов, сколько нужно для такого количества вузов (плюс грядущий демографический провал), а те, кто выходит из стен школы с аттестатами, в большинстве своем не смогут осилить программы нормального вуза. Для части абитуриентов можно ввести третью стадию обучения между очень средней школой и настоящим вузом. Это может быть факультативный 12-й класс, подготовительное отделение в самом институте или колледж. В школе тоже есть резерв — 11-й класс, в котором новых тем мало, а идет преимущественно натаскивание на ЕГЭ, причем многие сильные ученики занимаются на малоэффективных подготовительных курсах, с репетиторами и т. п. и частенько уходят с последних уроков — короче говоря, теряется понапрасну школьное время. А в некоторых институтах, со своей стороны, вводят курсы русского языка, математики и т. д. — жизнь заставляет.

Итак, есть сильные вузы и есть, что греха таить, слабые. Подгонять их под единый стандарт, как это сейчас делается, нецелесообразно. Пусть три вуза готовят специалистов по од-



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

ной специальности, но первый и второй будут готовить разных по уровню выпускников, третий же никогда не сможет выпустить нормального специалиста: и кадров нет, и специализация в свое время была другая, а то и вовсе раньше это был техникум. Лицензирование? Аккредитация? Это всего лишь бумаги, только их много, они грамотно написаны и подписаны чиновниками. Да и в институте хитрят: отрапортуют, что введен новый стандарт, но будут читать те же курсы, что и ранее, только под другим названием.

Далее. Введение степеней бакалавров и магистров пока ничего не дало стране. Бакалавр — это человек с неоконченным высшим образованием, что бы ни писали про него в документах. Предприятия берут их неохотно, чаще на рабочие специальности. Большинство вузов, по сути, не допуская до защиты диплома самых слабых студентов, выгоняет их в бакалавриат. Магистры — выпускники, нацеленные на науку, аспирантуру и диссертацию. Приход их на производство либо маловероятен, либо не нужен. Специалистов (инженеров) в нашей стране в скором времени просто перестанут выпускать. Планово! Бакалавров предполагается отправлять в магистратуру за рубеж, и, по-видимому, навсегда. Такого потока бакалавров не наблюдается. А стране это надо?

На мой взгляд, необходимо вернуть трехлетнюю работу выпускников по распределению, как это сделано в Белоруссии. В этом есть много плюсов: заинтересованность в получении знаний, закрепление молодежи на предприятиях. Есть и минусы: обязательность, трудность выбора, несоответствие образования современному производству, но это либо решаемые проблемы, либо не самые сложные. Может быть, тогда к мнению промышленности будут больше прислушиваться. А вот отъезд молодого специалиста за рубеж сразу после получения диплома или уход в другую сферу деятельности, да еще без оплаты полученного образования, — прямой ущерб государству.

С другой стороны, есть гораздо более серьезная проблема: промышленности и науке не нужно столько дипломированных инженеров, сколько выпускается. Тем более надо сокращать валовый показатель, но повышать качество, а заодно и стипендию.

Реформы, придуманные чиновниками, обречены. Живое творческое начало не просочится через сито установок и запретов. И обсуждать открыто проблемы и недостатки они не дадут. Откройте любую из многочисленных студенческих газет или журналов — найдете там что угодно, только не истинные проблемы образования.

...И вот лежу я под пальмой, потягивая кофе и думаю, что на самом деле не лежу, а стою на защите государственных интересов — инженеры вроде бы в дефиците. А государству это надо? В прошлом сентябре нас перевели с полставки на четверть. По-прежнему никакого контроля за тем, как проходит практика, чему учатся студенты, какое качество дипломов, но отчетность выросла в три раза. Комментарии излишни.



Роснаука



РОЖДЕННЫЕ ПОСЛЕ ЧЕРНОБЫЛЯ

Число погибших и пострадавших при чернобыльской аварии 1986 года оценивается по-разному. «Гринпис», например, говорит о десятках тысяч погибших только среди ликвидаторов, тогда как Всемирная организация здравоохранения называет более скромные цифры — сотни человек, считая и тех, кто умер в 90-е. А информация по долговременным последствиям аварии продолжает поступать, теперь уже о новом поколении.

Сотрудники Института общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН исследовали состояние хромосом у детей, родившихся после аварии. Первую группу составляли 92 ребенка в возрасте от года до 15 лет (на момент исследования), родившиеся на загрязненной радионуклидами территории, в Новозыбковском районе Брянской области. Вторая группа — 88 детей от двух до 16 лет, родившиеся от облученных отцов — ликвидаторов аварии и необлученных матерей; сами дети проживали вне зон радиоактивного загрязнения.

У детей брали венозную кровь, некоторое время культивировали ее, а затем делали препараты для микроскопирования. Исследователей интересовало состояние хромосом в лимфоцитах, приготовившихся к делению, на стадии метафазы, когда хромосомы, а значит, и возможные аномалии хорошо видны.

Уровень клеток с аномалиями и у первой, и у второй группы был повышен: их частота составляла $2,22 \pm 0,15\%$ от всех рассмотренных лимфоцитов в метафазе у детей с загрязненных территорий и $2,28 \pm 0,17\%$ у детей отцов-ликвидаторов. Это много: в контроле, у обычных детей, насчитали всего $1,13 \pm 0,12\%$. Разрывы одной из двух хромосомных нитей наблюдались у 98% детей первой группы, один разрыв, но по обоим нитям — у 83%. Во второй группе — 99 и 72% соответственно. Впрочем, одиночные хроматидные фрагменты были найдены у 100% детей из контрольной группы, зато парные фрагменты — всего у 16%.

Хромосомные перестройки в лимфоцитах сами по себе не очень страшны, ведь срок жизни этих клеток ограничен, но повышенная по сравнению с нормой нестабильность хромосом —

неприятный фактор. Тем более что дети ликвидаторов, очевидно, унаследовали нарушение стабильности от единственной отцовской половой клетки, ведь ни матери, ни сами дети облучению не подвергались. А значит, наблюдается трансгенерационный феномен — передача нарушений, вызванных радиацией, новому поколению. Кроме того, следует считать более уязвимыми самых молодых родителей, проживающих в загрязненной зоне. На момент аварии они были детьми или подростками, и формирование их половых клеток проходило в неблагоприятных условиях.

Приведенные выше частоты клеток с аномалиями — средние для групп, но внутри каждой группы значения заметно различались. У 31% детей с загрязненных территорий, частота абберрантных клеток превышала 3%, у 36% была близка к двум, у 33% — меньше одного. Для детей ликвидаторов соответственно 35, 40 и 25%, у контроля — 9, 18 и 73%. Таким образом, даже в загрязненной зоне рождаются «устойчивые» дети с хромосомной стабильностью, близкой к норме. Явной зависимости частот абберраций от года рождения не было выявлено, хотя пониженные индивидуальные частоты чаще наблюдались у детей, рожденных через 14 и более лет после аварии.

То, что хромосомы «детей Чернобыля» менее стойки по сравнению с нормой, подтвердил дополнительный эксперимент с облучением лимфоцитов в культуре. Число нарушений в лимфоцитах детей облученных родителей при экспериментальном облучении нарастало быстрее, чем в лимфоцитах обычных детей. А это говорит о сниженном запасе прочности. Однако и в этом опыте ситуация была лучше у «устойчивых» детей, с исходными данными, близкими к норме.

В заключение авторы указывают, что геномная нестабильность у детей — потомков облученных родителей может вести к повышенной заболеваемости. Пожар, зажженный взрывом четвертого энергоблока, все еще тлеет.

КАК ВЫРАСТИТЬ СОРБЕНТ

Казалось бы, всевозможные строители панцирей — от моллюсков до диатомовых водорослей и радиоля-

рий — кладезь для био- и нанотехнологов. Налил в плошку питательный раствор, добавил туда необходимые химические элементы — и получаешь готовое изделие. Немного ловкости рук, и оно будет нужной тебе формы и требуемого химического состава. Причем отсутствие незапланированных пор и микротрещин — главного бича керамики, изготовленной методом прессования из порошков, — в продукте биосинтеза гарантировано. Соответственно и прочность такого изделия окажется в разы больше, чем у аналога, выполненного человеческими руками.

Пока что эта идея только витает в воздухе, на практике же до недавнего времени никто всерьез к ней не относился. Похоже, что конец этой печальной традиции положили иркутские ученые из Лимнологического института СО РАН («Доклады Академии наук», 2010, т. 433, № 6, с. 779—781). Они впервые доказали, что из диатомовых водорослей можно вырастить отличные сорбенты для разделения веществ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Диатомит, или инфузорию землю — осадочную горную породу, состоящую в основном из раковин диатомей, — давно используют в качестве сорбента. А если не добывать древние раковинки, а выращивать «под заказ» новые, какие преимущества это даст?

Напомним, что диатомовые водоросли — древнейшие представители одноклеточной водной флоры. Их внешние скелеты, построенные из диоксида кремния, под микроскопом напоминают причудливые звезды — они украшены всевозможными шипами и ребрами. А также субмикронными отверстиями, через которые клетка водоросли обменивается веществами с



внешней средой. Химики тоже могут воспользоваться этими отверстиями — они обеспечат материалу, сделанному из диатомовых скелетов, гарантированную пористость. Гарантирована она потому, что форма и размер панцирей, а также выступов и отверстий в них уникальны для каждого вида водорослей и у всех особей одного вида практически одинаковы.

Иркутские ученые в лабораторном фотобиореакторе вырастили диатомей вида *Synedra acus*. Створки их панцирей представляют собой слегка вогнутые частицы игольчатой или прямоугольной формы, длиной 50—100 мкм и 20—30 мкм соответственно. Ширина частиц 2—5 мкм, толщина — 200 нм, а вся поверхность покрыта рядами из отверстий диаметром около 100 нм.

Створки отмыли от органики растворами ПАВ и кислотами. Затем их травили щелочью для увеличения площади поверхности, а в довершение сделали поверхность гидрофобной, обработав октадецилтрихлорсиланом. В результате ее площадь составила 470 м²/г. (Сорбент считается хорошим, если этот показатель превышает 100 м²/г.)

Эксперименты по разделению модельной смеси изомеров нитроанилинов таким сорбентом, засыпанным в хроматографическую колонку, показали, что он работает отлично, давая хорошо различимые и симметричные пики выхода веществ. Причем давление понадобилось в три раза меньше, чем со стандартными сорбентами при прочих равных условиях. В общем, полученный результат свидетельствует: выращивать сорбенты с помощью диатомовых водорослей можно, а их качество получается высоким. Разнообразие же структур диатомовых панцирей (а также панцирей других одноклеточных, например радиолярий) дает большой простор фантазии для конструирования новых хроматографических сорбентов.

ПОТЕПЛЕНИЕ СОГРЕЕТ СЕВЕРЯН

Можно спорить о том, в какой мере деятельность человечества способствовала глобальному потеплению, однако сам факт потепления не вызывает споров (особенно на исходе лета 2010 года). Этот факт подтвержден долговременными наблюдениями. О том, каких перемен следует ждать северным регионам России в ближайшие

полвека, рассказано в статье сотрудников Института географии РАН М.М. Чернавской и Е.А. Черенковой («Известия РАН», серия географическая, 2010, № 3, с.61—68).

«Последние исследования свидетельствуют о большей чувствительности климата России к глобальному потеплению, чем климата многих других регионов земного шара», — пишут авторы статьи со ссылкой на Оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории РФ (2008). В то время как глобальная температура изменилась в среднем на 0,74°C, в России за сто лет (1907—2006) потеплело на 1,29°C. Однако не во всех регионах потепление проявилось одинаково сильно, а в некоторых сезонные изменения имели противоположную направленность: например, на северо-востоке страны осень стала существенно теплее, а вот зимой отмечена тенденция к похолоданию.

Чтобы предсказать дальнейшие изменения глобального климата, используют расчеты с помощью ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). Такие расчеты проводились в рамках международного проекта рабочей группы Всемирной программы исследования климата («Coupled Model Intercomparison Project», или CMIP3). Они показывают, в частности, что зимняя температура в северных регионах России — Архангельской области, Республике Коми, Ямало-Ненецком автономном округе, на Таймыре — может повыситься на 4—5°.

Самое время просчитывать экономические последствия. На протяжении XX века в центральной части европейской территории России отопительный сезон (то есть период с температурой воздуха ниже 8°C) уже сократился примерно на полмесяца. К середине XXI века, как показывают те же МОЦАО, по сравнению с серединой XX отопительный период сократится почти на месяц. Уменьшатся также потребление топлива и теплопотери зданий из-за меньшей разницы температур внутри и снаружи. (И об этом «Химия и жизнь» тоже писала, см. статью «Глобальное потепление — шанс для России», 1999, № 5—6.)

Авторы статьи выясняли, как изменятся в северных регионах показатели температурного режима, важные для строительства и обогрева зданий: абсолютная минимальная температура воздуха, средний суточный пере-

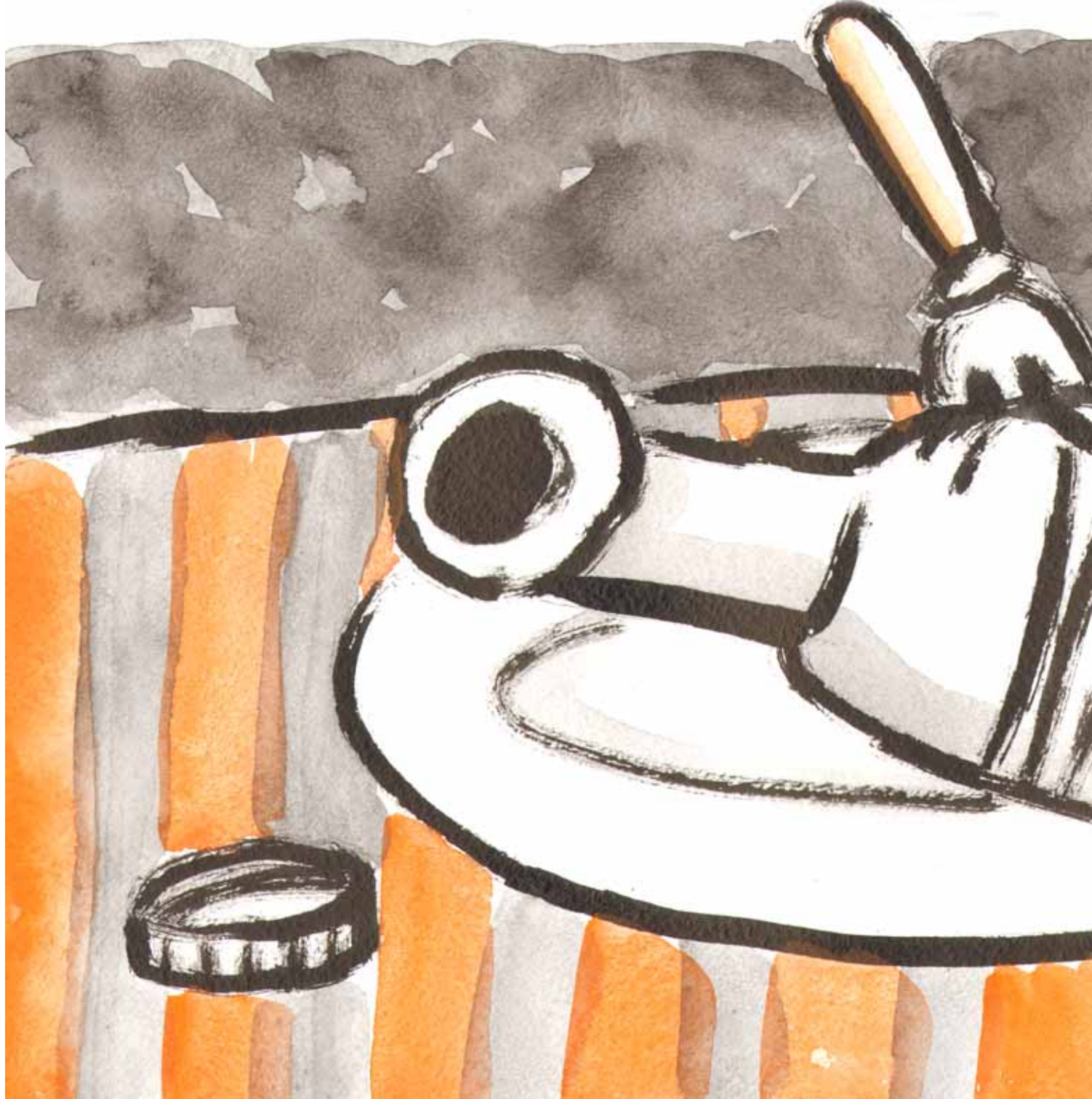
пад температуры в самом холодном месяце, продолжительность отопительного периода и его средняя температура. Для этого данные о среднемесячных значениях температур с 1961 года сравнили с ожидаемыми изменениями. В будущее заглядывали с помощью МОЦАО ECHAM5 (новейшей, пятой версии глобальной климатической модели, созданной в Институте метеорологии Макса Планка). Расчеты были выполнены по сценарию, соответствующему одному из максимальных вариантов потепления климата.

Во всех рассмотренных регионах в период с 2040 по 2060 год ожидается заметное потепление, но не везде одинаковое. Вдоль сибирского побережья морей Северного Ледовитого океана среднегодовое потепление может достичь 4,1°C, на Камчатке — 6,5°C. Максимум потепления придется на декабрь и январь (на Камчатке — до 12°C!). В весенние и осенние месяцы потепление будет менее заметным. А вот летом в некоторых регионах и в сентябре, станет холоднее на 0,2—1,7°C. Максимальное похолодание придется на июль — везде, кроме Камчатки: из-за особого географического положения полуострова камчатская погода плохо моделируется, но для нее предполагается самое значительное потепление. В общем, будет наблюдаться снижение континентальности климата: зима станет теплее, а лето — чуть менее жарким.

Для строителей важен абсолютный температурный минимум: его используют в расчетах теплового режима зданий и затрат на отопление. Этот показатель повысился в период 1986—2005 годов по сравнению с данными до 1980 года во всех крупных городах, для которых проводились расчеты, кроме Мурманска, где он уменьшился на 0,4°C. При этом самые сильные изменения отмечены во внутриконтинентальных городах (до 8°C), а наименьшие — в прибрежных. Отопительный период станет короче почти везде, но если в Салехарде ожидаемое сокращение — 17%, то в Томске, Анадыре — 6%.

По мнению авторов, климатические изменения в северных регионах могут привести к значительной экономии расходов на теплоснабжение. Ну, хоть одна хорошая новость.





От кефира до съедобной упаковки

Р.Акасов

Органическую химию нередко сравнивают с кулинарией – за многочасовое корпение у горелки и возню с посудой. В случае с молочной кислотой сравнение еще более уместно, ведь это вещество чаще всего встречается нам в составе кефира, творога или ряженки. Впрочем, уже недалек тот день, когда молочную кислоту можно будет обнаружить не только внутри упаковки, но и в самой упаковке. Полимеры молочной кислоты полилактаты – перспективные заменители традиционных пластмасс, и главное их преимущество – в простоте утилизации. Упаковка из полилактата, оставленная беспечным туристом на месте пикника, уже через пару месяцев превратится в воду и углекислый газ. Скатерть-самобранка будущего, не иначе. Однако и в прошлом молочной кислоте есть чем похвастаться. О всех ее заслугах – былых и будущих – наш сегодняшний рассказ.



Художник Е. Станикова



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

при сбраживании сахаров, а оптически недеятельная кислота брожения — рацемическое смеси левой и правой формы, нейтрализующих действие друг друга.

Кроме того, современный химик обязательно скажет, что молочная кислота имеет формулу $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$ и номенклатурное название — 2-гидроксипропановая. Ее кристаллы бесцветны, но из-за большой гигроскопичности чаще всего она представлена в виде концентрированного раствора, похожего на сироп, без цвета и запаха. При попадании на кожу и глаза жжется, как и положено любой порядочной кислоте.

Кислота в мышцах и Нобелевская премия

В истории изучения молочной кислоты нашлось место даже для Нобелевской премии. В начале XX века в Кембридже английский студент-физик по имени Арчибальд Хилл, отлично бегавший на средние дистанции, заинтересовался, что же вызывает жжение в мышцах во время бега. С этим вопросом он направился к биохимикам, которые ответили ему, что причина в молочной кислоте. Но зачем и откуда она в мышцах — в Кембридже, как и во всем мире, никто не знал. А если кто и был ближе всего к догадке, то это немецкий профессор Отто Мейергоф. Хилл направился к нему.

В лаборатории профессора он измерял теплопродукцию мышц в момент сокращения. В результате долгих опытов Хилл и Мейергоф пришли к выводу, что молочная кислота вызывает сокращение мышцы. Ведь каждое сокращение сопровождалось выделением этой кислоты, и наоборот — выделение молочной кислоты всегда соответствовало сокращению. В 1922 году за исследования в этой области Отто Мейергоф и Арчибальд Хилл получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине.

Однако несколько лет спустя в ту же лабораторию пришел другой молодой человек, дипломник Люнс Гаарт. И Мейергоф дал ему задание — узнать, как сокращается мышца, если ее отравить так, чтобы не образовывалась молочная кислота. Неожиданно выяснилось, что мышца прекрасно сокращается и что выделение молочной кислоты — лишь следствие, а не причина мышечного сокращения. Ситуация получалась весьма щекотливой, ведь работа Гаарта опровергала теорию его именитого шефа. Молодой человек предложил Мейергофу совместно опубликовать статью, в которой они бы осторожно изложили новую теорию, по возможности дипломатичнее обошедшись со старой. Однако Мейергоф проявил себя не только как выдающийся ученый, но и как в высшей степени честный человек: он отказался от соавторства на том основании, что всю работу проделал Гаарт. И вскоре вышла статья с одним-единственным автором, Гаартом, в которой и был предложен новый взгляд на роль молочной кислоты.

С тех пор биохимики узнали о возникновении молочной кислоты в мышцах еще больше. В самом общем виде этот процесс выглядит так: клетки используют глюкозу как источ-

Кислота как кислота

Говорят, шведский химик Карл Шееле, открывший молочную кислоту в 1780 году, пробовал все полученные им вещества на вкус. Это не слишком полезная привычка для человека, синтезировавшего также синильную, мышьяковую и плавиковую кислоты. Но возможно, именно она помогла Шееле определить, что молочная кислота из кислого молока отличается от кислоты из других источников.

Объяснение этого факта задержалось почти на столетие, когда немецкий химик Иоганн Вислиценус выяснил, что молочная кислота бывает двух типов: оптически неактивная, образующаяся в скисшем молоке (молочная кислота брожения), и правовращающая, которая появляется в работающей мышце (мясомолочная кислота). Позже химики выяснили, что существует и левовращающая кислота, которая возникает

ник энергии, подвергая ее нескольким последовательным превращениям. На первой стадии, называемой гликолизом, происходит расщепление молекулы глюкозы $C_6H_{12}O_6$ на две молекулы пирувата $CH_3-CO-COOH$. Для второго этапа, на котором пируват расщепляется до углекислого газа и воды, нужен кислород. Если кислорода мало, пируват получает дополнительный водород и превращается в молочную кислоту. Такая ситуация характерна для работающей мышцы, которая тратит много энергии и, следовательно, много глюкозы. При этом ее кровеносные сосуды пережаты и не могут доставить нужное количество кислорода.

Накопление кислоты в мышцах вызывает жжение, одеревенение и другие неприятные ощущения. Однако как только кровообращение восстанавливается — молочная кислота уносится с током крови в печень, где вновь превращается в пируват. Боль в мышцах на следующий день после тяжелой работы — уже следствие тех микроразрывов, что получили мышцы, в том числе и из-за молочной кислоты.

В молоке и капусте

Для человеческого организма молочная кислота — продукт побочный. Зато небольшой кусочек кефирной закваски, опущенный в молоко, способен накапливать молочную кислоту в окружающем растворе быстро и с удовольствием. Кефирная закваска — это сложное сообщество, симбиоз грибов и лактобактерий. Грибы в закваске представлены в основном дрожжами, при этом у грибов молочная кислота никогда не бывает единственным продуктом. Наряду с молочной кислотой они образуют в небольших количествах фумаровую, янтарную, яблочную, муравьиную и уксусную кислоты, а также этанол. Все это формирует вкус и аромат того или иного кисломолочного продукта. Дрожжи ускоряют развитие молочнокислых бактерий и даже способны вырабатывать антибиотические вещества, активные против туберкулезной палочки и других микроорганизмов.

Некоторые лактобактерии, в том числе знаменитая болгарская палочка, выделяют почти одну лишь молочную кислоту, и такое брожение называется гомоферментативным. Другие образуют и побочные продукты, брожение в этом случае гетероферментативное. Кроме того, в кислом молоке могут встречаться уксуснокислые, пропионовокислые (при производстве сыров) и некоторые другие бактерии. Таким образом, молочнокислый продукт — это целый зоопарк из микроорганизмов, и молочная кислота в нем создает условия для обитания наиболее ценных «экспонатов». Она закисляет среду, подавляя развитие гнилостных бактерий, а также разрушает связи молочного белка казеина с ионами кальция, и казеин выпадает в виде белой творожистой массы.

Впрочем, молочная кислота не обязательно связана с молоком. В приготовлении кислой капусты тоже участвуют молочнокислые бактерии. Если белокочанную капусту мелко порезать, посыпать солью и хорошо придавить сверху для прекращения доступа кислорода, то в ней начинается спонтанное молочнокислое брожение. Нечто похожее происходит и при подготовке силоса — с поправкой на масштаб и сырье. Впрочем, и потребитель менее привередлив.

Бактерии и проблемы

Получать молочную кислоту промышленным способом при участии бактерий начали еще в конце XIX века. Кстати говоря, это был один из первых процессов, где применя-

лась частичная стерилизация среды нагреванием. С тех пор технология неоднократно совершенствовалась, а объемы производства росли. Однако принцип остался прежним. Некую питательную среду, содержащую сахара, помещают в ферментер — емкость, где растут и развиваются микроорганизмы. Молочнокислое брожение протекает в анаэробных условиях, однако продуценты спокойно относятся к небольшим количествам кислорода. С течением времени они потребляют сахара и образуют продукты обмена, в данном случае — молочную кислоту. Ее выделяют, очищают и отправляют благодарным потребителям.

Однако молочную кислоту можно получать и химическим синтезом. Например, из ацетальдегида, лактонитрила или путем гидролиза 2-хлорпропионовой кислоты и ее солей. Известны и некоторые другие способы, но главное, что молочная кислота химического синтеза — это рацемат, смесь левовращающей и правовращающей кислот. Разделить смесь изомеров сложно, а сам рацемат для многих целей неприменим. Кроме того, микробиологический способ чище и, самое главное, дешевле — в условиях все дорожающей нефти. Поэтому сейчас производство молочной кислоты — это биотехнология. Однако и на этом пути встречаются проблемы.

Во-первых, надо позаботиться о сырье. Молочнокислые бактерии весьма требовательны к его качеству, и, хотя в зависимости от штамма может использоваться почти любой вид сахара, преимущественно применяют глюкозу, мальтозу, декстрозу, полученные гидролизом зерна или картофельного крахмала, сахарозу — из сахарного тростника или сахарной свеклы, лактозу — из молочной сыворотки. Кроме того, молочнокислые бактерии дополнительно нуждаются в ростовых веществах: витаминах (лактофлавине, тиамине, пантотеновой, никотиновой и фолиевой кислотах и биотине) и аминокислотах, а также в пуринах и пиримидинах. Поэтому выращивают их на сложных средах, содержащих относительно большие количества дрожжевого или кукурузного экстракта, солода, молочной сыворотки. Неудивительно, что стоимость сырья при производстве молочной кислоты достигает 35% от стоимости продукта. Можно выращивать микроорганизмы на дешевой мелассе — отходе сахарного производства или сыворотке — отходе молочного. Однако затраты на очистку кислоты, полученной из такого сырья, резко возрастают.

Во-вторых, необходимо отобрать штамм, быстро синтезирующий много кислоты. В промышленности, как правило, используют гомоферментные молочнокислые бактерии. Они тратят всего лишь несколько процентов субстрата на материал для своей клетки, а остальное — трансформируют в молочную кислоту. Теоретически каждый моль глюкозы должен давать два моля лактата, на практике эта величина несколько ниже — около 1,8 моля, то есть выход продукта достигает 90%. Непрерывно идет отбор наиболее продуктивных и быстрорастущих штаммов, в том числе и методами генной инженерии. И тем не менее процесс биосинтеза — пока достаточно длительный.

Наконец, молочная кислота, накапливаясь в растворе по мере роста микроорганизмов, может замедлить их рост. Поэтому, по традиционной технологии, в культуральную жидкость добавляют гидроксид кальция $Ca(OH)_2$, который нейтрализует кислоту и поддерживает pH на уровне 6,6—6,8. По окончании биосинтеза лактат кальция осаждают и отделяют, а затем к нему приливают эквимолярное количество серной кислоты. При этом лактат переходит в молочную кислоту, а гипс $CaSO_4$ выпадает в осадок. В такой

схеме гипс — это отход, образуется его много, а деть его в общем-то некуда. Чтобы обойти эту проблему, предлагают отделять молочную кислоту электродиализом или использовать мембраны, чтобы выводить ее из ферментера по мере роста бактерий.

Пряники, лекарства, упаковка

Традиционный потребитель молочной кислоты — пищевая промышленность. Пищевики используют кислоту в основном как консервант, предотвращающий развитие посторонней микрофлоры. Присутствие молочной кислоты в продукте маркируется значком E270, а ее соли обозначаются значками E325-327 — это лактаты натрия, калия и кальция соответственно. В хлебопечении ею подкисляют тесто, чтобы повысить ферментативную активность дрожжей, в кондитерской промышленности молочная кислота и ее натриевая соль используются при изготовлении карамели, мармелада, пряников и других вкусных вещей. Растворами молочной кислоты обрабатывают мясо, на поверхности которого она образует защитный слой от 5 до 20 мм, препятствующий развитию гнилостных микробов, а также разрыхляет коллагеновые волокна и ускоряет созревание мяса.

В России при приготовлении маринадов и консервов используют в основном уксус, а в Европе — молочную кислоту. Можно применять и смесь кислот, это повышает антимикробное действие, придает продуктам более нежный аромат и мягкий вкус.

Соли молочной кислоты применяют в фармацевтике. Лактат цинка назначают при недостатке цинка в организме, а также добавляют в мази для лечения кожных болезней.

Молочная кислота может справиться и с головной болью всего человечества — непрерывно растущим количеством отходов, из которых около 40% — разнообразные пластики. Бактериям-деструкторам они не по зубам, а предприятиям-производителям сбор и вторичное использование пластиков не по карману. Возможная альтернатива — био-разлагаемые полимеры из гидроксикарбоновых кислот. Полимолочная кислота — один из наиболее перспективных вариантов. Полилактаты относительно легко модифицируются, имеют прекрасные потребительские качества. Что очень важно — они поддаются обработке на обычном оборудовании, то есть их можно выпускать на тех же предприятиях, что и полимеры из нефти и газа.

Молочную кислоту не так просто полимеризовать в продукт высокого качества, поэтому часто используется двухстадийный процесс синтеза. На первой стадии получают олигомеры с молекулярной массой не менее 3000. Данный этап называется поликонденсацией, при этом образуется побочный продукт — вода, останавливающая рост полимерных цепочек. Затем под действием температуры и в большом токе инертного газа олигомеры разрушаются до лактида — циклического димера молочной кислоты. Лактид очищают от примесей вакуумной дистилляцией — от его чистоты зависит качество будущего продукта. На второй стадии очищенный лактид под действием катализатора полимеризуют с раскрытием цикла и образованием полилактата с массой 50 000—110 000. К сожалению, даже такой способ имеет низкую производительность и, кроме того, расходует много инертного газа. Разработаны и другие способы полимеризации, но и они не лишены серьезных недостатков.

Собственно, полилактат трудно отнести к новым разработкам. Полимер на основе молочной кислоты — пусть и с низкой молекулярной массой — был получен еще в



1932 году. А в 1954 году фирма «DuPont» выпустила на рынок полилактат для медицины как материал для имплантатов и наложения швов. Однако широкому применению материала мешала высокая стоимость. Полилактат и сегодня недешевое удовольствие, но сейчас некоторые страны поощряют развитие «зеленых» технологий, в том числе и финансово. Ведь производство полилактатов основано на возобновляемом природном сырье, и само производство требует на 25—55% энергии меньше, чем изготовление традиционных пластмасс. Как следствие, в США, Японии, Бельгии, Нидерландах уже действуют заводы по выпуску полилактида. Его используют для производства упаковки, средств гигиены, хирургических нитей и штифтов, а также в системах адресной доставки лекарств в организм.

На рынке упаковочного пластика полилактат пока редкий гость, его доля от общего объема производства пластмасс — менее одного процента, причем большая часть приходится на страны Евросоюза. И используют полилактат, как правило, для продуктов премиум-класса. Для обычных продуктов он пока слишком дорог. Если вам все же попадется в руки, допустим, бутылка с водой, сделанная из молочной кислоты, можете не бояться, что она растворится у вас в руках, — для разложения нужны правильные условия. Бутылка должна быть открыта, находиться в среде с высокой влажностью и температурой (50—60°C). Несмотря на «съедобность» молочной кислоты, пытаться съесть упаковку не стоит. Да и невкусная она, наверное.

Пока еще трудно сказать, останется ли молочная кислота частью «кухонной» химии или превратится в важный промышленный продукт. Химия ведь может все. Например, отняв воду от молочной кислоты, химик получит акриловую кислоту. А из нее — полиакриловую кислоту и другие полезные вещества. К сожалению, далеко не все может экономика. Стоимость молочной кислоты очень сильно зависит от стоимости сырья — дешевого зерна, картофеля, кукурузы. Скажем, та же засуха может заметно повлиять на рентабельность производства. С другой стороны, нефть — традиционная «кровь» химической технологии — тоже дорожает, а экологические требования к производствам все растут. К тому же в случае крупнотоннажного производства себестоимость молочной кислоты будет снижаться, а технология — совершенствоваться. В общем, уравнение со многими неизвестными. Остается надеяться, что его решение окажется положительным.



ИМПУЛЬС НЕДОВОЛЬСТВА

В мозгу человека, не получившего желаемого, возникает хорошо различимый электрический потенциал.

«BMC Neuroscience», 2010, т. 11, с. 86.

ШАГИ РОБОТОТЕХНИКИ

Американский робот прошагал 23 км 335 м.

«NewsWise», 20 июля 2010.

УПРАВА НА КОМАРОВ

Отпугнуть комарих от водоема можно запахом жуков-плавунцов.

«Ecology Letters», 2010, doi: 10.1111/j.1461-0248.2010.01501.x

ИГРЫ С КВАНТАМИ ЭНЕРГИИ

Добавив несколько квантов энергии, можно затормозить распад холодного вещества.

«Journal of Chemical Physics», 2010, т. 133, с. 014305, doi:10.1063/1.3456550.

ФРУКТОЗА ГЛЮКОЗЕ РОЗНЬ

Раковая клетка перерабатывает фруктозу не так, как глюкозу.

«Cancer Research», 2010, т. 70, с. 6107.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Способность человека читать мысли на расстоянии считается выдумкой из-за отсутствия датчика, который может ловить сигнал. Иное дело прибор, умеющий анализировать электрическую активность мозга. Датчик у него есть, осталось только найти способ расшифровки полученного сигнала. Этим занимаются многие физиологи.

В частности, группа из магдебургского Университета имени Отто фон Гверике и Барселонского университета поставила такой опыт. Группу участников разбили на три части и велели следить за игроком в рулетку. Одна часть получила деньги при его выигрыше, другая — при проигрыше, а третья просто записывала счет. У всех участников мерили активность мозга. И оказалось, что и у первых, и у вторых возник четкий потенциал в тот момент, когда игрок соответственно проигрывал и выигрывал партию — то есть в момент, когда участник эксперимента лишался денег и испытывал недовольство. Теперь ученые знают, какой импульс отвечает за такую эмоцию, и, видимо, смогут его распознать, если когда-нибудь прибор для угадывания мыслей на расстоянии будет создан.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Американцы известны своими успехами в боевой робототехнике: созданные ими роботы-самолеты бомбят Афганистан и Ирак. Говорят, что скоро появится робот-танк, робот-муха станет снабжать командира отделения важной информацией, а там и до робота-солдата недалеко. Во всяком случае, испытания, проведенные в Корнелловском университете (США), показали, что робот может прошагать вполне приличное расстояние, равное дневному переходу пехотинца.

Корнелловский шагающий робот похож по способу передвижения на обезьяну: двумя руками он упирается в грунт, выносит вперед две ноги, затем переносит вперед руки, и цикл повторяется. Над длинными конечностями размещено маленькое тельце с мозгами, глазами и батарейками — по пропорциям робот похож на паука-сенокосца.

Во время испытаний, проведенных на стадионе университета, робот прошагал на одной зарядке батарей двадцать три с лишним километров скорым шагом — инженерам сопровождения приходилось чуть ли не бежать за своим детищем, — после чего обессиленным упал на беговую дорожку. Конечно, стадион не пересеченная местность, но и шаги эти — первые.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Бороться с комарами сложно: осушишь болота — загорится торф и реки обмелеют, польешь инсектицидом — рыба останется без корма. Поэтому возникло новое веяние — контролировать численность кровососущих в местах скопления людей. Джоэль Коген из Рокфеллеровского университета и его коллеги из университета Хайфы нашли природное вещество, которое может отпугнуть комариху от приусадебного водоема.

Обмен химическими сигналами — важнейший способ общения в мире насекомых. Про половые феромоны, привлекающие особей иного пола, знают все. Однако есть и кайромоны — вещества, по которым жертва определяет присутствие хищника. В случае с комарами таким хищником на Ближнем Востоке стал водяной жук — гладыш пятнистый *Notonecta maculata*. Он поедает личинок комаров, поэтому, почувствовав запах этого жука в водоеме, комариха избегает откладывать туда яйца.

Ученые собрали запах гладыша, пропустили его через хроматограф и выделили два основных кайромона — *н-хенекизан* и *н-трикозан*, которые лучше всего отпугивали комарих. Возможно, в будущем они станут основой новых экологически чистых препаратов-отпугивателей. Хотя не исключено, что проще было бы поселить в водоеме самих жуков.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Вот какой опыт поставил для изучения особенностей квантовой динамики Кеннет Янда из Калифорнийского университета в Ирвине. Смесь неона, гелия и паров брома продували сквозь сопло, в результате чего газы сильно охладились и порождали твердые частички в виде тетраэдрических комплексов из молекулы брома и двух атомов неона. Молекулу брома возбуждали импульсом лазера, и комплекс за десяток пикосекунд распался, что сказывалось на спектральной характеристике. Однако когда стали считать кванты энергии, попавшей в комплекс, все оказалось не так-то просто.

Действительно, получив 16 квантов, комплекс из брома и неонов распался, причем каждый неон улетал независимо от другого. А вот 23 кванта приводили молекулу брома в такой режим колебания, что неон не мог от нее отлететь — энергия ударов делилась между обоими атомами. В результате вместо распада получалась жидкая капля. Последующий же импульс, подобно бильярдному кии, выбивал из нее атомы неона. Этот тонкий эксперимент позволил американским ученым впервые в режиме реального времени проследить за диссоциацией квантовой системы.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Богатый фруктозой кукурузный сироп — дешевый и сладкий — одно из основных веществ, применяемых американскими кондитерами. Его потребление выросло с 1970 по 1990 год в десять раз. Диетологи же указывают, что этот сироп ответственен и за ожирение, и за диабет, и за другие болезни. Ученые из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе во главе с доктором Энтони Хини нашли еще один недостаток фруктозы.

Они взяли клетки опухоли поджелудочной железы и стали кормить их глюкозой и фруктозой, содержавших меченые атомы. Благодаря этому удалось проследить за приключениями веществ в клетке. Как оказалось, пути глюкозы и фруктозы, несмотря на схожесть их строения, быстро разошлись. Если первую клетка использовала как источник энергии, то вторую окислять не стала, но употребила для строительства нуклеиновых кислот. «Всегда считалось, что глюкоза и фруктоза взаимозаменяемы и организм перерабатывает их схожим образом. Поэтому внимание обращают на глюкозу, а другие сахара незаслуженно забыты. А ведь потребление фруктозы растет, и надо бы заняться ее метаболизмом серьезнее», — отмечает доктор Хини. Кстати, ксилитоза в раковой клетке может вести себя еще своеобразнее (см. «Химию и жизнь», 2010, № 8).

ПРОИСХОЖДЕНИЕ МЕЛКИХ ПАУКОВ

*Маленькому существу
проще улететь на
большое расстояние
и разнести свой гено-
фонд.*

«BMC Evolutionary
Biology», 2010, т. 10,
с. 236, doi:10.1186/1471-
2148-10-236

ШИПЫ ИЗ ОКСИДА ЦИНКА

*Микроструктуры, со-
стоящие из множе-
ства наношипов окси-
да цинка, придумали
бельгийские ученые.*

«Advanced Materials»,
2010, т. 22, № 14,
с. 1607.

ТЕМНЫЙ СЕКРЕТ СОЛНЦА

*Может быть, в центре
Солнца есть темная
материя.*

«AlphaGalileo», 21 июля
2010.

ЗАГАДКА ХОЛЕРЫ

*Холерный вибрион до-
бывает себе энергию
способом, не извест-
ным ни одному живому
существу на Земле.*

«Proceedings of the
National Academy of
Sciences», 2010, т. 107
№ 28, с. 12505.

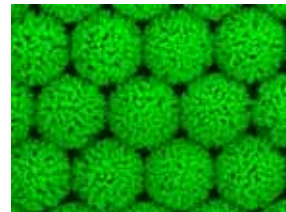
В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Бабе лето наступило, и пауки отправились на своих паутинных парусах в дальние странствия. Есть менее экстремальная разновидность этого необычного способа путешествия: раскачиваясь на конце длинной паутинки, паук легко перелетает с ветки на ветку, с дерева на дерево. Оказывается, способность к такому движению вполне могла привести к загадочной форме полового диморфизма этих существ: у многих их видов самец-паук весит в десятки раз меньше, чем самка. Биологи давно ломают голову над причиной этого феномена. Очередную, гравитационную, гипотезу предлагают ученые из Испанского национального исследовательского совета во главе с Хорди Мойя-Лараньо, которые пристально изучили поведение 204 пауков, принадлежавших к 13 видам.

Согласно их идее, чем мельче паучок, тем дальше он улетит на своей паутинке и тем с большей вероятностью отыщет готовую к размножению самку. Самка же, которая с места никуда не трогается, должна быть большой, чтобы вырваться потомство. Вот так, положившись на ветер в деле размножения, пауки и помельчали. «Есть мнение, что предпочтения самки приводят к различию в размерах между полами. Однако эта идея не объясняет, почему у одних видов самцы большие, а у других маленькие. Наше предложение снимает это противоречие применительно к паукам», — говорит участница работы Гвадалупа Коркобадо. И действительно, самцы мелкие именно у тех видов, которые летают на паутине.

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

Простой способ создания структур из нанообъектов придумали ученые из Лаборатории механики материалов и наноструктур ЕМПА в Тьоне (Бельгия) во главе с Летисией Филиппе. На электропроводящую поверхность укладывают одинаковые шарики полистирола, подают заряд, и они располагаются правильным образом. Затем простым электрохимическим методом на шариках выращивают покрытие из оксида цинка. Оно сначала создает на шариках панцирь, а затем образует множество шипов, формируя нечто подобное морскому ежу. Полистироловое тело «ежа» удаляют, и получается трехмерная полупроводниковая структура, способная отлично рассеивать свет. Если ее соединить с солнечной батареей, то энергия светила будет гораздо полнее превращаться в тепло или электричество. Сейчас Летисия Филиппе работает над получением сверхтонких поглотителей света и надеется, что созданная ее группой дешевая технология найдет широкое применение в коротковолновых лазерах, светодиодах и полевых эмиссионных дисплеях. Во всяком случае, статья, которую в январе вывесили на сайте журнала «Advanced Materials», вызвала большой интерес специалистов — она оказалась лидером по числу обращений и фото удостоилось публикации на обложке бумажной версии.



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

В физике есть проблема солнечных нейтрино: их поток, фиксируемый нейтринными обсерваториями, мал для проходящих там ядерных реакций. В попытке выкрутиться физики выдвинули идею осцилляций: по дороге к Земле солнечные нейтрино переходят из одного типа в другой. Эта идея, кажется, подтверждена сложными экспериментами. Впрочем, есть мнение, что осцилляции тут ни при чем, и все дело в несовершенстве методов регистрации. А доктор Стивен Уэст из Лондонского университета предложил гипотезу, из которой косвенно следует еще одно решение проблемы дефицита солнечных нейтрино.

Вокруг любой галактики есть гало из темной материи. Солнце, двигаясь по галактической орбите, неизбежно заметает темную материю, и ее частицы собираются в центре светила (напомним, что там сила тяжести равна нулю и получается своего рода гравитационная ловушка). Как показал расчет, проведенный Уэстом, эти частицы могут поглощать тепло солнечного ядра и переизлучать его наружу, тем самым понижая наблюдаемую температуру центральной области и повышая ее у внешней. Из-за этого число излучаемых Солнцем нейтрино станет меньше, чем положено по существующей модели. Эту-то разницу доктор Уэст и собирает выявить, чтобы доказать справедливость своей гипотезы. Однако при этом может получиться неожиданный результат: что, если темная материя обеспечивает весь дефицит солнечных нейтрино, — тогда осцилляции окажутся ни при чем.

Осцилляции солнечных нейтрино — очень важное явление, ведь они возможны только при наличии у нейтрино массы. Таким образом, сам того не желая, доктор Уэст копает под фундамент уже сложившейся в последнее десятилетие мощной теории.

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

За дыхание и соответственно получение энергии в живой клетке отвечают митохондрии. Считается, что давным-давно это были самостоятельные бактерии, которые потом вступили в симбиоз с другими клетками, и с тех пор их связь стала неразрывной — так возникли современные эукариотические клетки. Однако у бактерий нет митохондрий, и свои энергетические проблемы они решают по-другому. Весьма оригинальный способ нашел холерный вибрион — объект исследования, проведенного Бланкой Баркуэрой с коллегами из Ренселлаэровского университета (США).

Во-первых, вместо того, чтобы создавать электрический заряд на своей мембране, перекачивая сквозь нее протоны, как большинство других клеток, холерный вибрион перекачивает ионы натрия. Во-вторых, за это отвечают не специализированные каналы, а всего один мембранный белок под названием NADH:хинон-оксидоредуктаза (Na⁺-NQR), который подцепляет ион натрия и затем протаскивает его по самому себе внутрь клетки. Этот процесс и поддерживает заряд на мембране, и снабжает клетку энергией. Ученые изолировали белок и нашли в нем особые участки, в которых Na⁺ начинает и завершает свое путешествие.

Поскольку такой механизм уникален, можно придумать лекарство, действующее только на холерный вибрион, чем американские ученые и собираются заняться после того, как разберутся с тонкостями работы системы. Ну а любителям порассуждать о наличии жизни в космосе уникальность вредоносного микроорганизма дает широкий простор для фантазий.

Выпуск подготовил кандидат физико-математических наук **С.М. Комаров**

Интеллект: среда или гены

Кандидаты
биологических наук
В.С.Фридман,
М.В.Фридман

В предыдущей статье рассказывалось о том, как измеряется IQ и что именно при этом измеряют. Расхожее мнение, что IQ — прямая мера умственных способностей, по-видимому, неверно: скорее это мера социализации, умения общаться и соответствовать ожиданиям окружающих. Поэтому, в частности, IQ зависит от среды, в которой растет ребенок. Как убедились читатели, это влияние весьма значительно, и различия между IQ у «белых» и «черных» в подавляющем большинстве случаев объясняет именно оно. Более того, у представителей белой расы в неблагоприятных условиях (гетто, изолированный горный поселок) IQ уменьшается, тогда как угнетенные по национальному признаку меньшинства, помещенные в благоприятные условия, через некоторое время догоняют белых сверстников.

Напомним, что известны два основных механизма влияния социальной среды на величину IQ: подавляющее воздействие

Окончание. Начало в № 8, 2010.



Художник В.Камаев

кортизола на обучение плюс уменьшение объема кратковременной (рабочей) памяти. Оба фактора связаны со стрессом в неблагоприятной для развития среде, но не с интеллектуальным развитием как таковым. Их действие гарантированно уменьшает IQ практически у всех детей, выросших в неблагоприятных условиях (и уменьшение пропорционально воздействию, что также говорит о причинной связи). Однако собственно интеллект у некоторой части детей — так называемых устойчивых — остается незатронутым, из них выходят таланты или как минимум люди, способные подняться в средний класс и т.п. Как показывает Хелен Би в «Развитии ребенка», устойчивые дети отличаются от обычных тем, что родители иначе с ними обращаются, развивают их и не следуют стереотипам касты отверженных, которые отрицательно сказываются на развитии негров, латиносов или детей бедняков.

Теперь забудем о черных и белых и поговорим про умных и глупых. Что мы знаем о наследовании интеллекта?

«Гены ума»

Гены, для которых показана корреляция с IQ, не связаны с интеллектом напрямую. Одним из первых таких генов оказался *IGF2R* — ген рецептора инсулиноподобного фактора роста, локализованный в хромосоме 6. Группа ученых из лондонского Института психиатрии под руководством Роберта Пломина показала, что определенный вариант, или аллель, этого гена чаще встречается у детей и подростков с высоким IQ (публикация 1998 года). Так возник очередной миф, и по сей день в газетных статьях можно встретить фразы вроде «в генах умных людей неизменно повторяется один и тот же фрагмент — *IGF2R*». На самом деле, конечно, этот «фрагмент» есть у всех людей, но журналисты не знают, что такое аллели, и не видят разницы между «чаще встречается» и «неизменно повторяется». По оценкам самого Пломина, особый вариант *IGF2R* отвечает лишь за 2% общей дисперсии по IQ или увеличивает его на три единицы «при прочих равных».

Но самое интересное — продукт *IGF2R* влияет на развитие плода в матке, в частности на вес новорожденных (вполне естественно для рецептора фактора роста). От веса при рождении зависит IQ ребенка в будущем, о чем рассказывалось в предыдущей статье. Очевидно, *IGF2R* воздействует не «на интеллект», а на устойчивость его развития, то есть опять-таки на взаимодействие ребенка со средой — а значит, этот процесс может быть объектом коррекции, и никакого жесткого предопределения нет.

Не стал исключением и знаменитый ген *FOXP2*, который газетчики тоже именуют геном интеллекта (находка «кроманьонского варианта» этого гена в геноме неандертальцев позволила предположить, что они владели членораздельной речью). Продукт *FOXP* — фактор транскрипции, он регулирует активность множества других генов, которые вовлечены в развитие не только нервной системы, но и легких, кишечника. Наиболее четко мутации в этом гене коррелируют с речевыми расстройствами, причем и мышата с аналогичными мутациями издают не те звуки, что нормальные особи. Иначе говоря, такие мутации разрушают «устойчивый канал связи» между детенышем и матерью (или, в случае человека, между ребенком и любимым обучающим взрослым). А этого вполне достаточно для снижения интеллекта, даже если бы продукт гена никак не влиял на формирование мозга.

Какой-то единственный ген, отвечающий за уровень интеллекта, не обнаружен и вряд ли будет обнаружен. Тем не менее убежденность в том, что интеллект наследуется, в последние 20 лет распространяется все шире. Сторонники идеи «генетического интеллекта» упирают на то, что значения наследуемости величины IQ достаточно высоки (и это действительно так). Однако у этой идеи есть мощные критики, в первую очередь Леон Кэмин (см. его дискуссию с Хансом Айзенком в книге «Природа интеллекта. Битва за разум: как формируются умственные способности»), известный генетик Ричард Левонтин (книги «Человеческая индивидуальность: наследственность и среда» и не переведенная на русский «Not in our genes» Кэмина, Левонтина и Стивена Роуза), а также специалист в области психометрики и статистики Петер Шёнеманн. Попробуем разобраться в их аргументации.

Негенетическая наследуемость

Начнем с определения. Наследуемость (h^2) — характеристика вклада генетической изменчивости в общую изменчивость по определенному признаку (наследуемость в широком смысле), а также характеристика способности родителей передавать свои отличия по данному призна-



МИФЫ НАШЕГО ВРЕМЕНИ

ку потомкам (наследуемость в узком смысле). Для разных признаков h^2 принимает значения от нуля до единицы, причем для каждого признака она не является константой, а зависит от того, для какой группы индивидов мы ее оцениваем. (Почему квадрат? Изменчивость проще всего измерить дисперсией, которая включает квадрат отклонений индивидуальных показателей от среднего. Чтобы оценить вклад генетических причин в эту дисперсию, h^2 — по сути, коэффициент корреляции между двумя величинами — приходится возвести в квадрат.)

Передача отличий обычно происходит через наследование родительских генов (хотя и не их уникальных комбинаций, которые у потомка будут иными). Поэтому чем больше наследуемость в широком смысле, тем, как правило, больше и наследуемость в узком смысле. Но даже если значения h^2 больше нуля, это лишь «косвенная улика» генетического механизма передачи. Если молодая певчая птица воспроизводит тот же вариант песни, что и отец, то причина не в генах: этот признак связан с обучением (так называемая сигнальная наследственность). Конечно же этот пример имеет прямое отношение к альтернативному механизму передачи интеллекта из поколения в поколение. Умные родители уделяют больше внимания интеллектуальному развитию детей, и дети вырастают более умными. Гены здесь ни при чем, однако формально рассчитанная наследуемость явно будет больше нуля.

Есть и другие способы негенетической передачи признака, которые статистика «воспринимает» как наследственные. Скажем, болезнь куру у племени форэ в горах Новой Гвинеи — медленно развивающаяся губчатая энцефалопатия — долгое время считалась наследственным заболеванием. Стандартными методами биометрической генетики была рассчитана ее наследуемость и даже составлена правдоподобная модель наследования. Отказаться от этой теории заставило открытие Даниэля Карлтона Гайдушека, обнаружившего инфекционный агент, который передавался через ритуальный каннибализм, — им оказался прион, белок с измененной конформацией (см. «Химию и жизнь», 2001, № 3). В предыдущей статье много говорилось о том, как влияют на интеллект факторы среды, «воспроизводящиеся» в бедных семьях.

Поэтому утверждать, что изменчивость по интеллекту обусловлена генетически, будет возможно только тогда, когда (и если) появятся прямые подтверждения — станут известны гены, непосредственно определяющие работу интеллекта, что бы ни стояло за этим словом.

О сходстве близнецов

А как вообще рассчитывается наследуемость интеллекта, если о «генах интеллекта», по сути, ничего не известно, а негенетический фактор («умные родители воспитывают детей по-умному» и проч.) очевиден? Для этого существует близнецовый метод. Исследуют идентичных близнецов, выросших у приемных родителей с различными значениями IQ и в различных условиях. Если такие

близнецы в большой выборке оказываются более сходными между собой, чем неидентичные братья или сестры или неродственные дети, то это повышение сходства и относят на счет наследственности.

Сразу скажем, что однозначного ответа близнецовый метод не дал. В разных работах оценки наследуемости IQ, полученные таким образом, колеблются от 0,3—0,4 до 0,8. Результат зависит скорее от того, насколько автор убежден в этой самой наследуемости, насколько тщательно спланированы получение и обработка данных. И даже полная методическая безупречность не устраняет вполне правдоподобного возражения: разлученные однояйцевые близнецы могут развиваться сходно по той причине, что требуют от приемных родителей сходной манеры отношения к себе (например, той, к которой оба привыкли у родных родителей, в среднем воспитывающих однояйцевых близнецов более сходно, чем разнойцевых). В результате приемные родители воспроизводят манеру обращения с детьми родных родителей — в тех существенных чертах, которые обеспечивают становление личности ребенка.

Взаимодействие ребенка с родителями влияет на формирование интеллекта достаточно сложными путями. Это видно на примере такого важного параметра, как когнитивный стиль. Когнитивность, от лат. *cognoscere* — знать, распознавать — это способность к мышлению, умственному восприятию информации. Когнитивный стиль — способ, которым мотивированный ум решает задачу и получает из решений мотивацию для своего дальнейшего развития (см. книгу М.А. Холодной. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. М.: 2002). Стиль — наиболее индивидуализированная из характеристик «развития ума», «уровень интеллекта» — самая обобщенная и безличная, частные способности — конкретная и измеримая, но также безличная.

К особенностям когнитивного стиля относится полезависимость. Представьте себе испытуемого, который сидит на стуле в маленькой освещенной комнате. Наклон спинки стула может изменяться, и испытуемый должен привести стул в вертикальное положение. Хитрость в том, что стены комнаты при этом тоже наклонены — в ту же сторону, что и стул, или в противоположную. Поэтому более точно при выполнении этого задания действуют те испытуемые, которые полагаются на ощущение собственного тела (полнезависимые). Те, кто сверяет свои действия со зрительным образом стен комнаты (полезависимые), совершают больше ошибок.

Как ни странно, поведение в подобном опыте коррелирует с множеством других особенностей. Полезависимые люди более склонны воспринимать ситуацию в готовом виде, как она есть, хуже вычленяют отдельную фигуру из сложной картины, более чувствительны к социальным воздействиям, более импульсивны, средний уровень их академической успеваемости обычно несколько ниже. Самое интересное, что наиболее успешные взрослые испытуемые способны управлять своим стилем, меняя его в зависимости от условий и требований задачи.

Так вот, выяснилось, что когнитивный стиль приемных родителей. В раннем возрасте ум ребенка как бы следует форме, которую ему предоставляют. Однако чем старше ребенок, тем больше его когнитивный стиль соответствует стилю биологических родителей и в возрасте 13—14 лет хорошо коррелирует с ним, сходство же с приемными родителями почти утрачивается. Есть соблазн приписать это действию генетических факторов.

Но откуда берется собственный когнитивный стиль? Из положительной обратной связи между реакциями матери и ребенка, возникающей в первые несколько месяцев по вполне биологическому механизму стимуляции подобного подоб-

ным, благодаря которому еще в доречевой период формируются привязанность и «взаимопонимание» на невербальном уровне. Судя по всему, ребенок научается говорить на родном языке и усваивает когнитивный стиль, общий с родителем, примерно в одно и то же время. Иначе говоря, даже самые маленькие дети уже успели перенять от родителей нечто весьма важное. А приемные родители, если они хорошие родители, должны копировать ту же манеру общения с ребенком, которая выработалась во взаимодействии с родными мамой и папой, — в этом случае его развитие доходит до максимума.

В рамках Колорадского проекта усыновления выросшего близнеца просили оценить характер общения с ним приемных родителей. Оказалось, что степень проявления наследуемых способностей гораздо больше зависит от теплоты отношений ребенка с приемными родителями, чем от их усилий стимулировать его развитие. В тех случаях, когда родители скорее предоставляли ребенку все необходимое для формирования, чем переламывали его склонности, он развивался более успешно. Ситуацию в семье оценивал сам подросток, что, конечно, затрудняет истолкование результатов. Возможно, в каких-то случаях его мнение не совпало бы с мнением учителей и психологов. Но и сам факт, что подростку хорошо и спокойно в новой семье, мог положительно повлиять на развитие его интеллекта.

Недостатки «близнецового метода»

Итак, первое методическое нарекание к оценке наследуемости интеллекта близнецовым методом — он не позволяет отличить собственно генетическую наследственность от сигнальной, когда некие поведенческие признаки устойчиво воспроизводятся за счет обучения, воспитания, выработки культурно обусловленных стереотипов и т. п. Другие известные примеры действия «сигнальной наследственности» у людей — дочь алкоголика без психотерапевтической коррекции, как правило, выходит замуж также за алкоголика, а дочь матери-одиночки также становится матерью-одиночкой. «Наследственность» налицо, но явно не генетическая.

Далее, расчеты наследуемости близнецовым методом корректны лишь в том случае, если близнецы физиологически не отличаются от «контроля» — детей, родившихся в результате одноплодной беременности. Однако это не так: норма для человека, как и для шимпанзе, — одноплодная беременность. Рождение близнецов сильнее влияет на здоровье матери, и сами дети рождаются более слабыми, зачастую с меньшим весом.

Третье методическое нарекание состоит в том, что не всегда понятно, действительно ли разлученные близнецы воспитывались в различных условиях. Зачастую близнецы, считавшиеся разлученными, на самом деле имели общую среду, а воспитывавшиеся в одной семье фактически имели разную. Так, дети, разные по порядку рождения, имеют разные социальные ниши в семье, а это значимо влияет на величину IQ — например, «повышает» ее у первенцев по сравнению с младшими братьями и сестрами.

Вот как пишет об этом Ричард Левонтин (Человеческая индивидуальность: наследственность и среда. М.: Мир, 1993): «Тщательная проверка исследований с разлученными близнецами Аланом Кэмином показала, что все они содержат методические погрешности, которые не позволяют оценить наследуемость и маскируют социальные влияния... Исследование Беркс включало много детей с серьезными задержками развития, заставляющими подозревать органические повреждения, что, конечно, сильно снизило корреляции IQ с приемными родителями, которые в целом принад-

лежали к высшим социоэкономическим группам и имели более высокие баллы IQ, чем в среднем по популяции. Даже внутри одной социальной группы люди, желающие взять ребенка на воспитание, характеризуются повышенным IQ по сравнению с нежелающими, при одном и том же числе уже имеющихся детей.

Классический близнецовый анализ требует включения в выборку пар, которые могут с полным основанием считаться разлученными. В ряде работ, где анализировалось наследование интеллекта, таковыми считали пары, где близнецов воспитывали родственники, более того, даже пары, где близнецы заметное время общались друг с другом. За вычетом подобных сомнительных исследований количество надежных данных, к сожалению, невелико; уравнивание биологических и приемных семей также было слабым. Приемные родители были старше, их доход на 50% больше, чем у родных родителей, у них в целом была меньшая вариабельность, чем у биологических семей, почти во всех отношениях. В исследовании Скодак и Скилла распределение приемных детей по семьям не было случайным — дети более образованных матерей попадали в дома с более высоким статусом. Понятно, что по этим исследованиям судить о наличии-отсутствии генетической детерминации слегка рискованно».

Как едко замечает Петер Шёнemann, наследуемость признаков, определяемых тестами, растет с ухудшением качества теста, в некоторых случаях она может превышать единицу, а в других случаях оказывается отрицательной (хотя и то, и другое с принятым определением наследуемости совершенно несовместимо).

Модель предполагает определенное сходство не только моно-, но и дизиготных близнецов — у них ведь половина общих генов, как и у разновозрастных сестер и братьев. Однако на практике оказывается, что сходство дизиготных близнецов иногда непозволительно мало. В некоторых случаях разлученные близнецы были более сходными, чем воспитанные совместно. Заметим в скобках, что это неудивительно: в паре близнецов может складываться своего рода разделение функций. Но во всяком случае, это показывает, что используемая для оценки наследуемости модель недостаточно адекватна.

Таким образом, оценка наследуемости интеллекта близнецовым методом — это достаточно косвенная и неточная оценка, к которой есть многочисленные претензии и в области теории, и в области метода.

«Фактор Спирмена»

Иногда приходится слышать, что по наследству передается «фактор G» (от general intelligence factor) — «общий интеллект», «ум вообще», понятие о котором ввел в 1904 году Чарльз Спирмен. И в самом деле, он показывает большую наследуемость, чем частные способности. Однако Петер Шёнemann и некоторые другие ученые (Кристиан Капрон, Адриан Ветта) доказали, что наследуемость «фактора G» — статистический артефакт существующей системы тестирования.

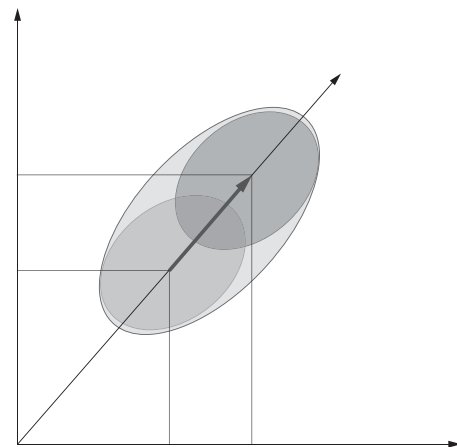
Шёнemann в своей работе «Famous artifacts: Spearman's Hypothesis» (1997) ставит вопрос: откуда вообще возникло представление о факторе общего интеллекта, если говорить о научных, а не о бытовых предпосылках? Пусть у нас есть батарея тестов на различные способности. Каждый индивид получает свой результат по каждому из тестов, у одного результаты в нем лучше, у другого — хуже, так что для каждого теста имеется определенный разброс. Обычно чем лучше индивид отвечает на один из тестов, тем лучше и его результаты в других, хотя эта зависимость



не жесткая, а статистическая. Результаты каких-то тестов коррелируют с результатами индивида в других тестах и с его общим баллом сильнее, результаты других — слабее, но связь обычно есть. В силу этого возникает предположение, что существует некий главный фактор, объясняющий максимальную часть разброса результатов каждого теста у разных испытуемых (скажем, половину разброса результатов первого теста, две трети второго, четверть третьего).

Представим себе систему координат в трехмерном пространстве. По первой оси отложим результат первого теста, по второй оси — второго, по третьей — третьего. Результаты разных тестируемых будут представлять собой точки в этом пространстве. Поскольку результаты трех тестов коррелируют друг с другом, точки будут находиться не повсюду, а главным образом внутри эллипсоида (фигуры, напоминающей дыню «торпеда»). Разброс точек окажется наибольшим вдоль главной оси этого эллипсоида. Логично предположить, что этот-то разброс и отражает различия по фактору общего интеллекта, которые, в свою очередь, в той или иной мере сказываются на результатах всех трех тестов.

Теперь изобразим на том же графике отдельно «дыньки» для двух подгрупп испытуемых, средний общий балл у которых разный, например для негров и белых. Линия, соединяющая их центры, пойдет примерно параллельно оси большой «дыни» (см. рис.). Сторонники теории racial gap — межрасового различия по интеллекту, — взглянув на это, говорят: «Ага, главные различия между этими группами как раз и объясняются разницей в общем интеллекте. Смотрите, фактор G сильнее всего влияет на результаты второго теста, слабее всего — на результаты третьего. И разница между неграми и белыми тоже больше все-



Результаты группы людей, решающих два теста (баллы по ним отложены по вертикальной и горизонтальной осям) располагаются не случайным образом, а внутри эллипса: кто получил высокий балл за первый тест, тот, вероятно, неплохо решит и другой. Можно ли считать, что по длинной оси эллипса нарастает «общий интеллект», а расстояние по этой оси между двумя подгруппами отображает умственное превосходство одной группы над другой?

го по результатам второго теста, меньше всего — по результатам третьего».

В этой ситуации возникает соблазн приписать разницу между белыми и неграми различиям в G, предложить физиологическую причину этих различий (например, разную скорость нервных процессов). В самом деле, если негры и белые сильнее всего отличаются по тем тестам, в которые G вносит наибольший вклад, то, может быть, дело в различиях среднего G? Этот подход был предложен Спирменом в 1920-х годах и реанимирован Артуром Иенсенем в 1970-х, когда движение за гражданское равноправие «черных» вызвало естественную реакцию в «белом» обществе. В 1994 году этот же подход подхватили Ричард Херрстайн и Чарльз Мюррей в книге «Колоколообразная кривая» («The Bell Curve»), также пропагандирующей наследственность интеллекта и неустрашимость racial gap по IQ.

Что говорит на это Шёнеманн? Ниоткуда не следует, что G для разных батарей тестов — это один и тот же G. Тот же факт, что их результаты обычно лежат внутри эллипсоида с какой-то главной осью, — следствие того, что тесты в батарею подбираются по внутренней согласованности и, естественно, их результаты коррелируют друг с другом. К сожалению, эта согласованность никак не связана с предсказательной силой теста (например, с его способностью предугадать академические успехи на несколько лет вперед). Эта же корреляция объясняет и тот факт, что различия между группами с высоким и низким общим баллом хорошо скоррелированы с различиями по главному компоненту G, которому соответствует главная ось. Аналогичные результаты можно получить не только для групп белых и негров, но и для других групп с высоким и низким общим баллом, и даже вообще для батарей внутренней согласованности тестов, которые измеряют не интеллект, а какие-то другие особенности.

Следовательно, фактор G (и «установленные» на его основании устойчивые различия между расами по интеллекту) — статистический артефакт применяемых методов оценивания, вызванный попыткой объяснить непонятное неизвестным. Другое дело, что это (пока) не дискредитирует само понятие общего интеллекта, как оно определяется в психологической теории (см. исследования В.Н.Дружинина и М.А.Холодной). Очень может быть, что психологи смогут «подобраться» к нему иным образом, идя от структур когнитивного опыта, возникающих у разных индивидов при решении разного типа задач, и работы Холодной рождает массу надежд в этом плане. Но вот от результатов тестирования на IQ к нему прийти невозможно.

Ошибка Уотсона

Итак, данные генетико-биологических исследований показывают, что сниженные умственные способности африканцев и других «цветных» — это миф. Так же, как, скажем, «повышенные умственные способности желтой расы», которые регистрируются преимущественно у азиатоамериканцев, меньше — в Японии, на Тайване или в Южной Корее, но не в Киргизии, Монголии или Туве. Связь высоких достижений азиатоамериканцев с особенностями их культуры, о которых говорилось в предыдущей статье — заинтересованность родителей в успехах детей, представление о важности упорства и старания в учебе и проч., — представляется куда более ясной. А главное, эта связь регистрируется в прямом эмпирическом исследовании, и после ее обнаружения понятно, какими психолого-педагогическими воздействиями или социальными факторами можно эту зависимость усилить или изменить.

Напротив, связь интеллектуальных достижений с расовой или национальной принадлежностью индивида, установленная в отдельных странах или регионах земного шара, остается гипотетической, косвенной, основанной на корреляциях, а не на причинно-следственных связях. Эти корреляции не работают в других регионах или для других социальных групп, относящихся к той же расе. Вдобавок они неустойчивы во времени и разрушаются по мере того, как социальное неравенство исчезает. А зачастую подобные данные вообще оказываются недостоверными. Недавно в журнале «Intelligence» (2010, т.38, с. 1—20) была опубликована работа группы исследователей с психологического факультета университета Амстердама «A systematic literature review of the average IQ of sub-saharan Africans». В этой работе показано, что аномально низкие оценки IQ (меньше 70) жителей африканских стран, полученные Р.Линном и Т.Ванханненом, основаны на подтасованных данных. Кстати, скандальное высказывание нобелевского лауреата Джеймса Уотсона об интеллектуальной неполноценности жителей стран Черной Африки было связано именно с результатами Линна и Ванханнена.

По этому поводу нужно заметить, что споры об умственном превосходстве одной расы над другой возникают только там, где социальное неравенство, основанное на этнорасовых различиях, вошло в историческую традицию, а затем возникло движение за эмансипацию. Почему-то никому не приходит в голову интересоваться различиями в уровне интеллекта между тюркскими народами Западной и Восточной Евразии. Между тем исследованиями Л.А.Животовского и Э.К.Хуснутдиновой (их статью «Генетическая история человечества» можно найти в Интернете или в журнале «В мире науки», 2003, № 6) установлен четкий «запад-восточный градиент увеличения частоты азиатских типов митохондриальной ДНК на пространстве 8 тыс. км: от 1% у гагаузов из Молдавии до 95—99% у якутов и долган. Соответственно европеоидные черты наиболее свойственны жителям Западной Евразии, а наименее — населению Восточной Сибири. Народы Волго-Уральского региона, а также узбеки и казахи, т. е. те, кто живет на границе между Европой и Азией, занимают промежуточное положение».

Тюркские народы Западной и Восточной Евразии относятся к разным расам — европеоидной и монголоидной, что хорошо заметно и по изменениям внешнего облика с запада на восток. По логике «Колоколообразной кривой» якуты с долганами должны быть сильно умнее казанских или крымских татар. Но поскольку в СССР не было расизма в его американском понимании (представители определенных рас и народов не концентрировались внутри города в худших школах и худших местах проживания), подобная постановка вопроса бессмысленна. Хотя и весьма интересна в научном плане: тюркские народы в языковом отношении друг к другу очень близки, последние три-четыре поколения развивались в сходных условиях и различаются только расой — прекрасная возможность проверить утверждения Херрстайна, Мюррея и их сторонников.

«Вспышка гениальности»

Есть еще одна группа фактов, к которой иногда подбирают генетические объяснения, — число реализованных гениев и талантов в последние 300 лет Нового времени растет экспоненциально, тогда как в предыдущие 3000 лет оно колебалось вокруг некоего постоянного уровня. Это показал знаменитый русско-американский социолог Питирим Сорокин в своем исследовании динамики разных типов гениальности в мировой культуре («Social and cultural dynamics», N.Y.: Amer. book, 1939—1941).



Вспышка талантливости началась в эпоху Просвещения и продолжается доселе. Если предположить, что медико-генетическая детерминация интеллекта существует, то рост числа талантливых людей может быть связан только с эффектом отбора на «повышенный интеллект»: более интеллектуальные и талантливые оставляют больше потомства, менее интеллектуальные не могут завести и/или прокормить семью. Формально посчитанная наследуемость IQ сравнима с наследуемостью жирномолочности или веса тела крупного рогатого скота, а по этим и многим другим признакам люди успешно вели искусственный отбор. Так, может быть, люди так же «культивируют» и сами себя, обеспечивая условия для отбора по интеллекту, а открытие генов, по которым ведется отбор, всего лишь вопрос времени?

Увы, нет, не получается. Ни в одной из исследованных европейских популяций люди с более высоким IQ не имеют такого селективного преимущества, которое могло бы объяснить возрастание IQ. Корреляция IQ и рождаемости во всех проведенных исследованиях оказывается или отрицательной, или нулевой. Если учитываются люди, оставшиеся холостыми, корреляция будет ближе к 0, если про них забывают и учитывают только вступивших в брак — строго отрицательная. Положительной не случается нигде и никогда (Л.Эрман, П.Парсонс. Генетика поведения и эволюция. М.: Мир, 1984).

Если же взять корреляцию рождаемости с профессиональными достижениями, будь то открытия ученого, творения художника или сумма денег, заработанная предпринимателем, то с ними детность коррелирует строго отрицательно. Это показывал еще В.П.Эфроимсон в «Генетике и гениальности». Падение детности строго пропорционально достижениям во всех специализированных профессиях современного общества и одновременно тесно связано с успехами общества «на международной арене» по сравнению с традиционными, аграрными и доиндустриальными социумами, где корреляция как раз обратная.

В 1934 году советское правительство инициировало обширное демографическое исследование, которое выявило стойкое падение рождаемости в стране, связанное с урбанизацией и вовлечением женщин в промышленную, культурную и научную жизнь. Те же исследования показали, что «социальные группы с более высокой зарплатой имели более низкую рождаемость. В семьях рабочих детей рождалось меньше, чем у крестьян. При этом урбанизированные рабочие отличались меньшей рождаемостью по сравнению с только что переехавшими в город крестьянами, а меньше всего детей было у служащих» (Советская социальная политика 1920–1930-х гг.: идеология и повседневность. М.: ЦСПГИ, 2007, с. 50).

Собственно, это обнаружил еще Н.К.Кольцов, исследуя русскую интеллигенцию с евгенических позиций (по работе А.В.Горбунова о «размножаемости московской интеллигенции по данным анкеты, поданной евгеническим обществом», «Русский евгенический журнал», 1928; такие же анкеты делались для рабочих и служащих). Оказалось, что русская интеллигенция — группа людей, нацеленных на максимальную продуктивность в научном или техническом творчестве, — себя не воспроизводит, в отличие от слоев, из которых эти самые интеллигенты выходят. Поэтому (делал вывод Кольцов) необходим равный доступ к качественному образованию для всех слоев общества: в силу существующих тенденций воспроизводства при равном доступе к образованию социальные низы в относительном выражении дают много больше талантов, чем верхи. По-видимому, именно повышение доступности образования и обусловило рост числа талантов (вспомним, что и эффект Флинна, обсуждавшийся в

предыдущей статье — достоверное повышение IQ в развитых странах, — коррелирует с повышением уровня жизни и образования).

К сожалению, сегодня в большинстве развитых стран таланту из бедной семьи, из провинции, из нацменьшинств реализоваться намного труднее, чем ребенку из «благополучной» социальной группы. Исследования социологов и психологов подтверждают, что равенство прав и возможностей, хотя и декларируется, не существует в реальности. Сохраняются барьеры, связанные как с предрассудками социальной среды, так и с внутренними психологическими проблемами самих угнетенных, вроде страха подтверждения стереотипа. Еще более важная задача исследователей — выделить конкретные культурные факторы, способствующие эффективному социальному подъему даже из худших социальных условий, вроде факторов, определяющих устойчивость детей из городских гетто или особенностей коллективистской культуры азиатскоамериканцев. Кстати, как показало обсуждение в Живом Журнале, отношение к учебе и «полезным занятиям» детей у бывших советских людей, особенно эмигрантов в западных странах, достаточно близко к тому, что описала для азиатскоамериканцев Хелен Би.

Таким образом, идея социальной детерминации интеллекта и важности «качества» индивидуальной среды для развития личности полезна еще и тем, что следование ей увеличило массу научного знания, необходимого тем, кто хочет быть хорошим родителем. А идея «генетико-биологической детерминации интеллекта» не просто ошибочна, но и явно вредна родителям и детям: у «белых» снижает готовность стараться, «черных» побуждает опустить руки и заняться наркоторговлей вместо учебы. Сказанное верно не только для американских «белых протестантов» и «выходцев из Африки», но и для любой страны, где в том или ином виде существуют «белые» и «черные».

Что еще прочитать об интеллекте и его наследуемости

А.Анастаси, С.Урбина. Психологическое тестирование. 7-е межд. издание. СПб.: Питер, серия «Мастера психологии», 2006.

М.А.Холодная. Когнитивные стили: О природе индивидуального ума. 2-е изд., перераб. и доп., СПб.: Питер, 2004.

Елена Наймарк. Как сделать отличниками афроамериканцев? <http://elementy.ru/news/430324>

P.H.Schonemann Famous artifact: Spearman's hypothesis. *Current Psychology of Cognition*, 1997, 16(6).

Полный вариант статьи В.С. и М.В.Фридманов можно найти в Интернете по названию «Мифы о генетическом предопределении и IQ»



Чем пахнут грибы?

Извините за немножко глупый вопрос: почему грибы так необычно пахнут? Или им этот запах для чего-то нужен?

В.Дубонос, Рязань

Чувство запаха, пожалуй, самое неопределенное из тех, что есть у человека. Существуют целые словари для обозначения оттенков цвета, множество эпитетов для слуховых, тактильных и вкусовых ощущений. А вот специальных слов, характеризующих запахи, нет. Как правило, запахи называют по его источнику. Пример — хорошо знакомый всем любителям леса «грибной» запах. Однако грибы разных видов пахнут по-разному — у некоторых запах сильный и резкий, у других — мягкий и слабый. Запах гриба зависит от условий, в которых он рос, и даже разные части одного плодового тела гриба могут пахнуть по-разному. Многие знают, что запах — главный признак трюфелей, которые в буквальном смысле добывают из-под земли. Ищут их по запаху с помощью свиней, собак, а теперь еще и газоанализаторов.

За упомянутый запах сырых грибов в основном отвечают ненасыщенные спирты и кетоны с числом атомов углерода, равным восьми; среди них наиболее важны 1-октен-3-ол, 3-октен-1-ол и 1-октен-3-он. Они имеют очень низкие пороговые концентрации запаха, измеряющиеся в нанogramмах вещества на литр воздуха. Их наличие в грибах — результат особой биохимии этих организмов. Как и все живые существа, грибы состоят главным образом из белков, углеводов и липидов, причем среди последних высока доля ненасыщенных жирных кислот, в частности линолевой и линоленовой. Ферменты липоксигеназа и гидропероксидлиаза расщепляют их до восьмиуглеродных спиртов, альдегидов

и кетонов. Кроме того, эти кислоты и сами распадаются на более простые вещества, окисляясь под действием кислорода воздуха. В результате образуются соединения с числом атомов углерода 6, 7, 9, 10 и 11. Среди них, например, альдегиды, способны создавать тот или иной аромат, в том числе и весьма экзотический, например фруктовый или цитрусовый.

Всего же в грибах находят сотни летучих веществ, и некоторые из них сами по себе выглядят достаточно необычно. Чего стоит, например, лентионин, представляющий собой цикл из пяти атомов серы и двух метильных остатков. Этого вещества много в японском грибе шиитаке, модном среди любителей восточной кухни. А аромат у лентионина самый обычный — грибной.

При обработке грибов, например сушке, варке или консервировании, восьмиуглеродные спирты и кетоны улетучиваются, запах сырых грибов слабеет и смешивается с другими. Кроме того, некоторые компоненты при тепловой обработке могут вступать в химические реакции, например, сахара и аминокислоты взаимодействуют друг с другом в реакции Майяра. В результате образуются пиразины, фураны, пирролы и другие соединения. Они создают аромат сухенных или вареных грибов. Разумеется — в составе «коктейлей» с другими веществами. Так, например, за аромат сухенных грибов во многом отвечает метиональ — альдегид, образующийся при расщеплении аминокислоты метионина.

Почему же столь далекие по химическому строению вещества дают похожий аромат, а родственные часто пахнут по-разному? Дело в том, что запах — свойство весьма субъективное. Никакое соединение не имеет запаха само по себе, но его молекулы, соединяясь с нашими обонятельными рецепторами, создают

представление о запахе. Это скорее не химия, а геометрия — геометрия молекул и рецепторов, взаимодействующих как ключ и замок. И сами ключи могут быть сделаны из совершенно разных материалов. Поэтому разные представители животного мира воспринимают запахи по-разному. Чемпионы в деле распознавания и применения запахов — безусловно, насекомые. Поэтому неудивительно, что существует, например, род грибов септобазидиум, представители которого используют запах для привлечения щитовок. С этими насекомыми у септобазидиума сложные симбиотические отношения: щитовки обеспечивают грибу распространение, а он им — защиту от хищников и неблагоприятных условий.

А тот запах, что чувствует человек, — скорее некий каприз природы, побочный эффект грибной биохимии. Впрочем, должно же в природе оставаться место для капризов и случайностей.

Тяжелая пища

Почему грибы, такой нежный и мягкий продукт, считают тяжелой пищей? Что в них «тяжелого»?

Е.Свиридова, Архангельск

Грибы действительно считают тяжелой пищей, потому что они медленно перевариваются. Все дело в природном полимере хитине, который содержится в клетках грибов — от долей процента до 60%. Он образует комплексные соединения с белками, а из этого композиционного материала, в свою очередь, формируются тонкие нити, фибриллы, которые пронизывают клетку и служат ажурным, но весьма прочным скелетом. Кстати, хитин присутствует не только в грибах. Раки и кальмары, тараканы, жуки и мухи — все в своих жестких покровах содержат хитин. Потому-то это вещество и назвали «хитин», от греческого «хитон», покрытие.

Хотя первым его именем был «фунгин». Дело в том, что впервые это вещество выделил профессор Г.Бракон, директор Ботанического сада в Нанси, в 1811 году. Он положил в пробирку с крепким раствором щелочи кусочек мухомора и выделил неизвестное вещество. Поскольку его источником был гриб, то и название сложилось само собой — фунгин (от лат. fungus — гриб). А двенадцать лет спустя другой французский естествоиспытатель А.Одье, сам того не ведая, повторил эксперимент Бракона. Все то же самое, только вместо мухомора — майский жук. В результате он выделил неизвестное вещество и назвал его хитином. Это имя и закрепилось за веществом, о котором сегодня мы уже многое знаем.

По своей химической природе хитин —



прямой родственник целлюлозы с той лишь разницей в строении, что в хитине на месте одной из гидроксильных групп находится ацетамидная, содержащая азот. Но этого небольшого отличия достаточно, чтобы свойства целлюлозы и хитина различались. По прочности и химической стойкости хитин далеко обогнал целлюлозу. Он не растворяется в известных растворителях, включая кислоты и щелочи, разве что при высокой температуре и концентрации. Удивительная прочность хитина, который в природе разлагается только усилиями ферментов хитиназы и хитобиазы, выделяемых микроорганизмами, — дар небес для палеонтологов. В залежах каменного угля, куда не имели доступ бактерии, крылья насекомых сохраняются миллионы лет.

Хитин — один из самых распространенных природных полимеров. В природе его не меньше, чем целлюлозы, — примерно 100 миллиардов тонн. Причем эти запасы возобновляемы, если, конечно, распоряжаться ими по уму. Самый щедрый источник хитина — это Мировой океан. За год на дно океанов выпадают миллиарды тонн этого ценного вещества благодаря регулярной линьке ракообразных. В панцирях раков, крабов, креветок содержится 25—50% хитина. Поэтому отходы промышленности, перерабатывающей морепродукты, сегодня стараются утилизировать, чтобы извлечь ценное вещество. Более всего в этом преуспели Япония и США, почувшие выгоду, которую можно извлечь из этого вещества. Прочные незлектризующиеся волокна и ткани, повязки, заживляющие раны и ожоги, оболочки для горьких лекарств и сами лекарства, сорбенты, пожирающие тяжелые металлы, бактерицидная и влагостойкая бумага, средства защиты для растений... Вот неполный перечень профессий хитина и его производных, который пополняется год от года.

Что же касается грибов, то ешьте их на здоровье, но в разумных количествах. И не забывайте, что грибы нельзя собирать вдоль автотрасс и вокруг промышленных предприятий. Хитин и в грибах играет роль уникального сорбента тяжелых металлов.

Самовозгорание

Могут ли лес и торфяники загореться сами собой? Или это всегда происходит по вине человека?

Н.Киселев, Красногорск

Если бы вам довелось в разгар лета пролететь на вертолете над безбрежной западносибирской тайгой, раскинувшейся от горизонта до горизонта, то вы бы наверняка увидели несколько лесных

пожаров. Их очаги разбросаны в разных местах, никак не связанных между собой, и во всех случаях они находились бы там, где никогда не ступала и неизвестно когда ступит нога человека. Интересно, что эти естественные лесные пожары как возникают сами собой, так и потухают, встретившись с препятствием (речка, овраг), или схлопываются от перемены ветра, когда фронт пламени разворачивается и идет сам на себя. Природа умеет управляться с естественными пожарами. Но откуда они берутся?

Есть несколько причин, в частности упомянутых в «Химии и жизни» (2010, № 6). Одна из них — удар молнии. В США каждый год из-за этой стихии несколько тысяч раз вспыхивают леса. Другая причина — растения, содержащие легколетучие и легковоспламеняющиеся органические вещества. Таких эфирносов, трав, кустарников и деревьев, много в южных странах. Когда заросли слишком густы, а воздух раскаляется от жары, концентрация летучих веществ в зарослях возрастает до критически опасной и в какой-то момент они вспыхивают. Однажды на Корсике я видела такой спонтанный пожар на склоне холма, густо заросшего эфирносовым кустарником. Стояла сорокаградусная жара, и в какой-то момент на холме вдруг вспыхнул кустарник, от которого тут же побежали в разные стороны языки пламени.

Однако для России самая болезненная причина лесных пожаров — самовозгорание торфяников. Дело в том, что в нашей стране сосредоточено почти две трети мировых запасов торфа. Они занимают миллионы гектаров земли, и в жаркое лето это становится настоящей проблемой. Кстати, в Европе давно осушили все болота и на их местах устроили луга, где выращивают кормовые травы. Поэтому в сводках мы не встретим упоминания о торфяных пожарах в европейских странах. Как правило, пишут о Владимирской, Ивановской, Московской, Нижегородской и Рязанской областях

Но почему загорается торф? Оставим в стороне причины, связанные с небрежностью и безответственностью человека, и поищем природные факторы. Вообще-то торф — это горючее ископаемое, им можно отапливать жилища. Тепла от него, конечно, значительно меньше, чем от дров, но все-таки. Правда, прежде торф надо осушить. В тяжелые двадцатые годы прошлого века москвичи согревались именно торфом благодаря профессору Г.Л.Стадникову, который в те годы работал в НИХФИ и нашел физико-химический способ обезвоживания торфа.

Торф образуется в процессе естественного отмирания и неполного распада болотных растений. Здесь ключевую роль играет вода: она затрудняет про-

никновение воздуха в органическую массу, и гниение происходит в анаэробных условиях. Торф в болотах образуется непрерывно. Обычно метровый слой торфа на верховом болоте накапливается за тысячу лет, то есть нарастает он со скоростью около миллиметра в год. Чем старше торф, тем он глубже залегают, тем больше в нем углерода и меньше других элементов, тем выше в нем отопительная ценность.

Проблемы возникают тогда, когда выпадает очень жаркое лето, как случилось в этом году. Уровень грунтовых вод резко снижается, торфяные пласты высыхают не только ближе к поверхности, но и под землей, в результате торф превращается почти что в порошок, состоящий из мельчайших частиц. Чем меньше частица, тем сильнее развита ее поверхность и тем легче окисляются органические вещества, входящие в состав торфа. Но для этого нужен кислород. Он диффундирует в торфяные пласты через те пустоты, которые образовались в результате высыхания. Опытные земледельцы знают, что пожар на распаханных торфяниках — дело обычное. Стоит извлечь торф из благоприятных для него анаэробных условий, как он начинает стремительно окисляться.

Кстати, есть любопытная гипотеза, которую может проверить любой желающий. Замечено, что торфяным пожарам предшествуют (или сопровождают их) дни с высокой солнечной активностью. Некоторые исследователи полагают, что молекулы кислорода легче проникают в торфяные пласты при высоких значениях вертикальной составляющей магнитного поля Земли. А она увеличивается в периоды солнечной активности и магнитных бурь. Поскольку данные о магнитных бурях и активности Солнца теперь доступны всем, то можно провести собственное расследование, сопоставив активность торфяных пожаров с магнитными возмущениями.

Но природа природой, а ответственности с человека за лесные пожары никто не снимает. Все-таки большая их часть происходит по вине человека. Так что будьте внимательны и разумны, берегите лес.

Р.Акасов, Л.Стрельникова

Когда голова далеко от сердца

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

Кровеносная система сухопутных животных борется с силой тяжести. Во-первых, сердцу приходится обеспечивать кровью органы, значительно от него удаленные. Во-вторых, чтобы сердце не запустилось, нужно доставлять к нему венозную кровь, не позволяя ей застаиваться в сосудах. Чем крупнее животное и чем вертикальнее положение его тела, тем серьезнее проблемы. (Человеку ли этого не знать?) Способы их решения физиологам, в общем, известны, но еще остались непознанные частности. А самые удобные объекты для исследования этих особенностей – жирафы и змеи.

Небольшой ликбез

Кровеносная система позвоночных представляет собой замкнутую систему эластичных сосудов. Чтобы перекачивать кровь по сосудам, нужен насос. Он сообщает жидкости необходимую скорость движения, помогает преодолеть сопротивление сосудов, а если нужно гнать кровь вверх, то и действие силы тяжести. (Сопротивление потоку в сосудах возникает из-за вязкости крови.) Главный насос, естественно, сердце, которое перекачивает кровь за счет сокращения собственных мышечных стенок. Но в кровеносной системе есть и вспомогательные насосы, работающие за счет внешнего давления. Таковы, например, крупные вены ног человека. У этих вен относительно тонкие стенки, а сами они снабжены клапанами, которые препятствуют обратному току крови. Мышцы ног, сокращаясь, сжимают вены и создают необходимое давление, а клапаны заставляют кровь двигаться по направлению к сердцу. Не будь этой системы, кровь под действием силы тяжести застаивалась бы в сосудах. Поэтому стенки сосудов, особенно вен, непременно должны быть эластичными. У артерий стенки толще, чем у вен, и менее сжимаемы.

Организм регулирует давление в разных частях кровеносной системы, меняя частоту сердечных сокращений, объем крови, который сердце прокачивает за один удар, просвет периферических сосудов. При этом мозг использует данные о давлении в отдельных частях кровеносной системы, собранные барорецепторами. У разных видов система регуляции давления работает с различной эффективностью.

Кровь распределяется по телу неравномерно. Более половины общего количества получают всего четыре органа — почки, печень, сердце и мозг. Мозг — орган чрезвычайно деликатный и более других чувствительный к нарушению кровоснабжения, а кровь к нему нередко приходится «забрасывать» почти вертикально, что требует от сердца значительных усилий. Ведь ему приходится толкать наверх не только очередную порцию крови, но и столб жидкости, стоящий в сонной артерии между сердцем и мозгом, да еще обеспечить в сосудах головного мозга давление, достаточное для его нормального кровоснабжения. Чтобы облегчить эту задачу, сердце располагается возможно ближе к голове, в этом случае столб крови короче, весит меньше и его нужно перемещать на меньшее расстояние. У животных, которые ходят с поднятой головой, более высокое артериальное давление и более жесткие стенки вен в нижней части тела. Ткани, окружающие эти вены, тоже жесткие и дополнительно подпирают сосуды, чтобы кровь в них не застаивалась.

Ученые сгибают змей

Борьбу сердечно-сосудистой системы с силой тяжести очень удобно изучать на змеях. Эти создания бывают водяными и наземными. Водяные змеи практически не испытывают влияния силы тяжести: они парят в воде, а перепад давления в их сосудистой системе минимален. Наземные рептилии силу тяжести ощущают в полной мере, особенно древесные. Заползая на деревья,

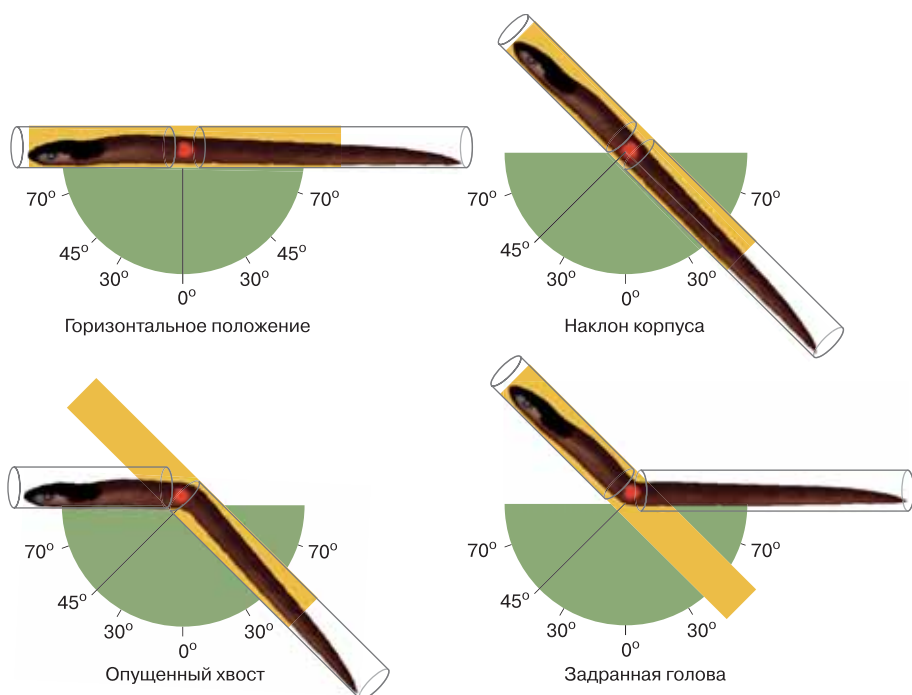
они принимают почти вертикальное положение. Эти отличия в образе жизни сказались на особенностях сердечно-сосудистой системы.

У водяных змей почти не развиты, а точнее, утеряны в ходе эволюции механизмы регуляции артериального давления, которое у них ниже, чем у наземных, и много ниже, чем у древесных. Расстояние между головой и сердцем у древолазающих видов составляет в среднем 17% от длины тела, у наземных — 19%, у змей, проводящих много времени в воде, — 23%, а у исключительно водяных видов — 33%.

Чем ощутимее влияние силы тяжести и вертикальнее голова, тем ближе к ней сердце. Но, приближаясь к голове, оно удаляется от заднего конца тела, что порождает другую проблему: труднее становится возвращать в сердце кровь из нижних (или задних) вен. Что же важнее для нормального мозгового кровоснабжения: расстояние от сердца до головы или до хвоста?

Ответ на этот вопрос нашел австралийский физиолог Роджер Сеймур, профессор университета Аделаиды, который более 30 лет исследует механизмы регуляции давления и много работает со змеями. А змеи еще тем хороши, что их, в отличие от других позвоночных, можно согнуть в произвольном месте под значительным углом. Задняя рептилиям голову или опуская хвост, Роджер Сеймур и его немецкий коллега Иоахим Арндт определили, какой вклад вносят в мозговое кровообращение расстояние между головой и сердцем и застой венозной крови.

Ученые работали с двумя видами змей: бородавчатой арафурской змеей *Acrochordus arafure* и австралийским водяным питоном *Liasis fuscus*. Арафурская змея не ядовита. Она обитает в пресных реках и озерах Северной Австралии и на сушу не выползает. А питон, хотя и называется водяным, потому что живет во влажных местах, существо сухопутное и древолазающее. Средняя длина арафурских змей — 120 см при массе 800 г. Питоны несколько круп-



1 Устройство для сгибания и наклона змеи под разными углами

нее, их средний размер около полутора метров, а масса превышает 1700 г. Рептилий поймали в Северной Австралии и самолетом доставили в Аделаиду, где держали в индивидуальных аквариумах или террариумах и кормили питонов белыми мышами, а водяных змей золотыми рыбками.

Курортная жизнь закончилась, когда рептилий охладили на льду до пяти градусов и в таком полубесчувственном состоянии вставили им катетеры для измерения давления в основной артерии, ведущей к голове, и главной вене, собирающей кровь с задней части тела. На подготовленных таким образом змей натягивали трикотажный рукав и вставляли их, зачехленных, в две акриловые трубки: в одну — переднюю часть змеи, в другую — заднюю. Между трубками оставался зазор шириной примерно 10 см на уровне сердца (положение сердца определяли пальпацией). Трубки были такого диаметра, что змея могла в них свободно дышать, но не изгибаться, а трикотажный рукав, прикрепленный к концам трубок, не позволял ей сбегать через зазор. Всю эту конструкцию прикрепляли к планке, подвижно соединенной с градуированной доской, и сгибали змею в области сердца, либо приподнимая на заданный угол переднюю часть тела, либо опуская заднюю и вызывая таким образом застой венозной крови, либо наклоняя все туловище (рис. 1). Голову рептилиям не опускали, а хвост не поднимали, потому что изучение прилива кро-

ви к опущенной голове не входило в задачу данного исследования.

В течение ночи животное приходило в себя и отогревалось в станке, а наутро его принимались гнуть под углами 30, 45 или 70 градусов. Изменение позы занимало пять секунд, а через две минуты рептилию возвращали в горизонтальное состояние. Между двумя наклонами проходило также не менее двух минут.

Оказалось, что задранная голова влияет на мозговое кровообращение в значительно большей степени, чем опущенный хвост. Например, если приподнять переднюю часть питона на 45 градусов, давление в артерии, питающей голову, уменьшится на 27%, а если опустить хвост на тот же угол — только на 14%. Когда змею наклоняли целиком, давление становилось меньше на 41% (27+14). Этот эффект сохраняется и при других углах наклона.

Если у питонов поднятая голова влияет на кровоснабжение мозга примерно вдвое сильнее, чем опущенный хвост, то у арафурских змей разница четырехкратная. У них, бедняжек, система регуляции давления совсем плоха, и любой наклон ее расстраивает. Если же задраить им голову на 70 градусов, давление крови в артерии падает до -3 мм рт. ст. и кровоснабжение мозга практически прекращается. (Когда на такой же угол наклоняли все тело, давление понижалось до -20 мм рт. ст.)

Следовательно, в деле мозгового кровоснабжения определяющую роль играют расстояние между головой и сердцем и угол наклона головы отно-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

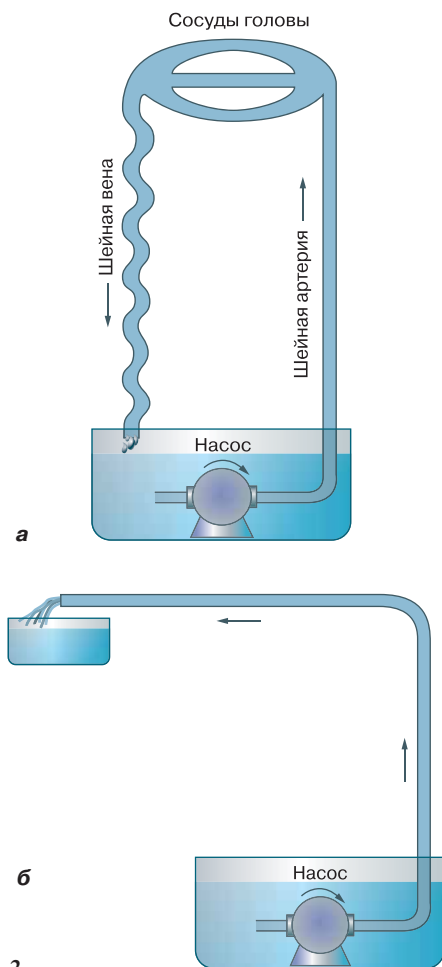
сительно земли. Неудивительно поэтому, что у древесных змей сердце почти в два раза ближе к голове, чем у водяных.

А может быть, сифон?

Есть, однако, исследователи, которые считают, что сердцу не приходится преодолевать действие силы тяжести, как бы высоко и вертикально ни возносилась над ним голова. Горячий сторонник этой точки зрения — американский физиолог Генри Бадир. По его мнению, восходящие и нисходящие сосуды головы и шеи образуют сифон, благодаря которому кровь поднимается к голове самотоком, а задача сердца сводится к тому, чтобы преодолевать сопротивление сосудов и обеспечивать постоянное наполнение сифона.

Сифон представляет собой П-образную трубку, вставленную в сосуд с жидкостью. Если сифон заполнен той же жидкостью, она потечет по трубке сначала вверх, а затем вниз, и никакой насос для этого не нужен. С помощью сифонов освобождают емкости, которые нельзя опрокинуть. А Бадир уверен, что сифон существует и в организме позвоночных животных, особенно таких, как жираф, у которого голова почти вертикально поднимается чуть не на два метра выше сердца.

В 1989 году Бадир с коллегами соорудил модель жирафьей шеи, в которой восходящую артерию представляла трубка из толстой резины высотой 103 см, а нисходящую вену — трубка с сжимаемыми стенками. (У настоящего жирафа стенки артерий необычайно толсты, а венозные эластичны.) «Артерию» соединили с насосом, утопленным в сосуде с водой. Уровень воды поддерживали на постоянном уровне. Насос качал воду с такой скоростью, чтобы нисходящая трубка была частично сжата. Для сравнения соорудили вторую модель с Г-образной трубкой, причем длина ее горизонтальной части была такой же, как



2
Кровообращение в голове и шее жирафа, модель Бадира:
а — сифон; б — Г-образная трубка (не сифон)

у нисходящей части сифона, — 103 см (рис.2). Чтобы обеспечить в обеих системах одинаковое давление и течение жидкости, насос в первом случае затрачивал на 15% меньше работы, чем во втором. Следовательно, заключает Бадири, сифонный эффект существует.

Однако большинство физиологов, в том числе и Сеймур, эту идею не поддерживают. Ведь будь она верна, сердце у наземных позвоночных располагалось бы подальше от головы и поближе к задней части, чтобы удобнее было собирать кровь. Кроме того, каковы бы ни были результаты Бадири, сифон не может состоять из эластичных трубок, просвет которых постоянно меняется, а вены именно таковы. Они то расширяются, то сжимаются под влиянием тока жидкости и давления окружающих тканей. К тому же давление в верхней части яремной вены у жирафа выше, чем в нижней, а в нисходящей трубке сифона большее давление должно быть внизу. Да и, честно говоря, система кровоснабжения головы и шеи не похожа на си-

фон. Артерии и вены соединены не одним сосудом, а разветвленной системой капилляров, через которые кровь приходится проталкивать со значительным усилием.

В поисках истины ученые вновь обратились к жирафу.

Искусственная шея

Жираф — объект давнего и пристального внимания физиологов. Давление у него измеряли многократно. В одном из экспериментов животное усыпили и уложили набок, а давление мерили в лежачем положении и приподняв голову на высоту полутора метров. Согласно измерениям и расчетам, давление в основании сонной артерии жирафа составляет около 200 мм рт. ст., то есть вдвое больше, чем у человека, а в сосудах головы — около 100 мм рт. ст. Чтобы забросить кровь под таким давлением на двухметровую высоту, сердце должно создавать давление 255 мм рт. ст. Но у отдельно взятых жирафов оно оказалось значительно меньше расчетного, около 185 мм рт. ст. Автор этих вычислений — Грэхем Митчел, глава кафедры зоологии и физиологии университета Вайоминга — объясняет отклонение реального результата от теоретически ожидаемого тем, что животных во время измерения давления усыпляют или шея у них короче двух метров или посажена не вертикально. А может быть, все-таки сифон? Чтобы покончить с этим вопросом раз и навсегда, Митчел в сотрудничестве с учеными Австралии и Южной Африки соорудил модель кровообращения в шее жирафа (рис. 3)

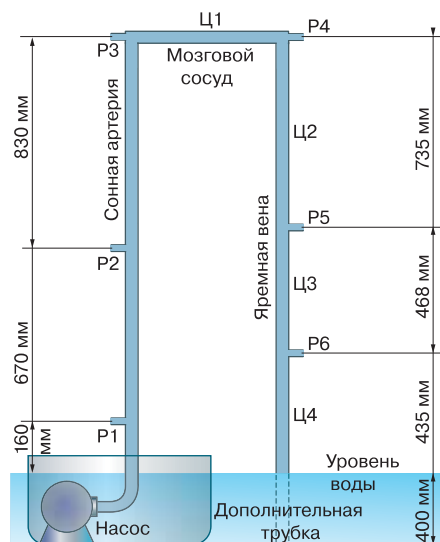
Это емкость с постоянным объемом воды (175 л), в которую погружен насос регулируемой мощности. Из воды вертикально поднимается жесткая пластиковая трубка длиной 1660 мм, с внешним диаметром 17,1 мм и внутренним — 12 мм. Ее размеры соответствуют размерам сонной артерии среднестатистического жирафа. Нисходящая трубка может быть как жесткой пластиковой, так и сжимаемой резиновой. Ее параметры соответствуют физиологическим параметрам жирафьей яремной вены. Наверху «артерию» и «вену» соединяет горизонтальная трубка, представляющая мозговое кровообращение. Она также может быть жесткой или сжимаемой. «Головная» и «яремная» трубки заключены в четыре цилиндра большего диаметра, в которых можно повышать давление, имитируя влияние окружающих тканей на сосуды. Устройство позволяет измерять

давление в трубках в шести точках.

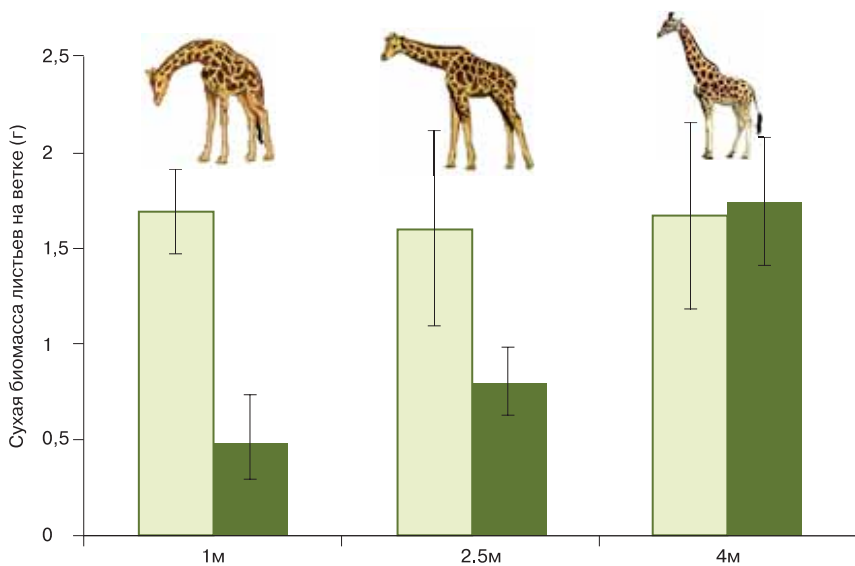
Ученые планировали, изменяя мощность насоса, скорость течения воды, давление в цилиндрах и эластичность трубок, воспроизвести в разных частях системы такое же давление, какое, согласно их расчетам, должно быть у настоящего жирафа. Так они надеялись определить, какие факторы и в какой степени влияют на мозговое кровообращение животного. Скажем сразу: исследователям это не удалось. Очевидно, модель не воспроизводит всех нюансов регуляции давления крови в живом организме. Однако некоторые интересные вопросы с ее помощью решить удалось, и прежде всего — вопрос о сифоне.

П-образная система трубок работает в качестве сифона лишь в том случае, когда нисходящая трубка длиннее восходящей, иначе вода по ней просто не течет. Чтобы жидкость при отключенном насосе текла по сифону с «жирафьей» скоростью 3,3 л/мин, «вена» должна быть длиннее «артерии» на 400 мм. Дополнительную трубку такой длины исследователи сделали съемной. Когда она надета, система работает как сифон, когда трубку отсоединяют, эффект сифона пропадает. Поэтому конец нисходящей трубки в модели находится вне емкости с водой — так удобнее регулировать ее длину.

Еще одно неперемное условие работы сифона — жесткие трубки. Если хотя бы одна часть модели была представлена сжимаемым резиновым шлангом, вода по ней не текла.



3
Кровообращение в голове и шее жирафа, модель Митчела:
P1–P6 — точки измерения давления, Ц1–Ц4 — цилиндры для создания внешнего давления на сосуды



4

Акации, обнесенные высокой оградой, доступны только жирафам и объедены равномерно. Деревья общего пользования обглоданы наподобие зонтика. Светлые прямоугольники — огороженные акации, темные — неогороженные.

Затем ученые включили насос и переделали мощность, необходимую для того, чтобы закачивать в «голову» 4 л воды в минуту. Если все трубки в модели были жесткими и система работала как сифон, то нагрузка на насос снижалась на 30%, но при сжимаемых трубках никакого облегчения насосу не выходило ни при каких условиях. Поскольку стенки настоящих вен не жесткие, получается, что никакого сифона у жирафа нет. (И у змей нет, и у человека.) Результат Бадира с коллегами не получил подтверждения.

Сжимаемость вен играет важную роль в регуляции мозгового кровообращения жирафа. Митчел и его соавторы установили, что уменьшение диаметра «вены» не влияет на давление жидкости в «артерии». Однако увеличение давления в самом нижнем цилиндре, окружающем вензную трубку, Ц4, вызывает очень интересный эффект.

Цилиндр Ц4 представляет собой аналог мышечной манжеты, которая действительно присутствует в основании яремной вены жирафа, у самого входа в сердце. По мнению физиологов, у нее несколько функций. Прежде всего она пережимает вену, когда жираф наклоняется. Яремная вена, так же как и сонная артерия, снабжена системой клапанов, которые не позволяют всей крови из сосудов шеи ударить жирафу в голову. А манжета пережимает вену у основания и не пускает в нее кровь из верхней поллой вены (в нее собирается кровь от всей верхней части тела: головы, шеи и верхних конечностей). Пока животное

стоит внаклонку, в его яремных венах скапливается около 20 л крови, которая течет к сердцу, когда жираф распрямляется. Сердце не в состоянии принять такой удар, и тут на помощь снова приходит мышечная манжета. Она сужает просвет сосуда, и кровь возвращается в сердце постепенно. Опыты Митчела показали, что у манжеты есть еще одна функция — при сжатии основания яремной вены понижается сопротивление сосудов, питающих мозг. Это, по мнению исследователей, облегчает кровоснабжение мозга и защищает поднявших голову жирафов от обморока вследствие резкого отлива крови от головы.

Вообще-то у жирафа есть еще одно эффективное устройство, предохраняющее его мозг от перепадов кровоснабжения. Когда животное наклоняет голову, к мозгу приливает кровь из той части артерии, которая расположена выше последнего артериального клапана. Эта кровь наполняет окружающую мозг сеть резервных сосудов, называемую по-латыни Rete mirabile (волшебная сеть). Сосуды поглощают кровь как губка, а когда жираф поднимает голову, медленно отдают, защищая мозг от кислородного голодания.

Зачем такая длинная?

Сколько хлопот у жирафа с этой длинной шеей! Зачем она ему вообще? У ученых существует две основные гипотезы. Согласно одной, длинная шея представляет собой результат полового отбора, согласно другой, более распространенной, она возникла в результате пищевой конкуренции и помогает жирафам с удобством объедать высокие ветки, до которых не дотягиваются другие травоядные обитатели саванны, весьма много-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

численные. В течение многих лет люди воспринимали эту версию как само собой разумеющуюся. Тем, кто наблюдал африканские дикие пастбища, наполненные травоядными всех размеров, ничего другого и в голову прийти не могло. Однако первые эксперименты, подтверждающие преимущества длинношеих за трапезой, ученые провели только в начале XXI века.

Южноафриканские исследователи Элисса Камерон и Йохан дю Туа поставили очень простой опыт. Выбрав в Национальном парке Крюгера участок саванны, где паслись жирафы, они обнесли на этом участке несколько акаций забором высотой 2,2 м. От границы кроны он отстоял на 1 м. Для взрослых жирафов такой забор не помеха, они могут обгладывать ветки на четырехметровой высоте и легко наклониться за оградой. Остальные животные не могли объедать огороженные деревья (от слонов забор берегли). В непосредственной близости от экспериментальных акаций ученые наметили контрольные деревья примерно такой же высоты, так что каждое огороженное дерево имело соразмерную пару. Спустя два влажных сезона исследователи сравнили биомассу листьев на побегах, расположенных на разной высоте. (Ученые использовали усредненные данные для десяти случайно выбранных веток.) У экспериментальных акаций она была практически одинаковой на всех ветках, а на контрольных деревьях нижние ветви оказались гораздо более объеденными, чем верхние. И только на четырехметровой высоте количество листьев на огороженных и неогороженных акациях практически не отличалось. Глядя на эти результаты, ученые пришли к выводу, что длинная шея возникла у жирафов в ходе эволюции и помогает им избежать конкуренции за пищу с другими травоядными. И хотя этот эксперимент в научной прессе хорошенько покритиковали за то, что они не учитывают многих факторов, он, безусловно, заслуживает упоминания как попытка научно обосновать очевидный факт.





«Я люблю свой остеохондроз!»

Этот странный лозунг — название одной из глав книги «Система «Умный позвоночник»», которую написал кандидат медицинских наук, спинальный хирург, вертебролог Игорь Анатольевич Борщенко. Скептически относясь к «лечебникам» в пестрых обложках, книгу Игоря Борщенко рекомендую как настольную всем категориям читателей: и пожилым, и молодым, и больным, и здоровым. Было бы здорово знакомить с ней учеников на уроках анатомии или ОБЖ. Тем более что стиль изложения у доктора Борщенко очень доступный, фразы короткие и внятные, описания наглядные. Что и требуется человеку, желающему поправить здоровье. Или здоровому человеку, желающему здоровье сохранить. Потому что ключ ко многим проблемам со здоровьем кроется в состоянии позвоночника. «Слабость мышц спины и неправильная осанка — первопричина множества болезней», — так пишет доктор Борщенко.

В первой части книги Игорь Борщенко просто и наглядно рассказывает о строении позвоночника, механизме его работы, травмах и заболеваниях позвоночника, их симптомах и способах лечения. Здесь есть объяснение терминов, которые встречались нам в истории болезни или медицинском заключении («протрузия», «экструзия», «остеохондроз», «грыжа межпозвоночного диска» и прочие), и мы узнаем, что они означают. Главные мысли выделены особым шрифтом, а в конце каждой главы сделаны выводы-резюме. Первая часть книги — прекрасная альтернатива учебнику анатомии и физиологии для средней школы. Все это мы вроде бы изучали на уроках, но изрядно подзабыли, а теперь наконец-то понимаем: «Так вот, оказывается, в чем дело!»

Вторая часть книги называется «Постановка и поддержка осанки. Советы на каждый день». Это советы не только тем, у кого уже есть проблемы с позвоночником. Следуя рекомендациям доктора Борщенко, вы сможете избежать этих проблем. Вот он пишет: «Путь к правильной осанке начинается с положения головы». И советует: «Поэтому голова дол-

жна быть в нейтральной позиции — уши и плечи должны быть в одной плоскости». Легко сказать! Но не волнуйтесь, автор приводит несложные способы контролировать осанку.

А дальше идут «правила движения позвоночника». Игорь Анатольевич подробно описывает механизм простейших бытовых действий: как правильно спать, ложиться, вставать, принимать душ, одеваться и обуваться, сидеть, стоять... Не ограничиваясь словесными объяснениями, автор подготовил фотоиллюстрации к ним. На одних фотографиях показаны неправильные позы, приводящие к нарушению работы позвоночника, а на других — физиологичные, не причиняющие вреда. Например, при чистке зубов нельзя наклоняться над раковиной. Чтобы сохранять вертикальное положение, рекомендуется упираться рукой о край раковины или поставить ногу на невысокую опору, как бы ступеньку. Попробуйте и убедитесь, что в таком положении уже не нужно наклоняться. Для тех, у кого сидячая работа, есть рекомендации по выбору правильной мебели, описано положение корпуса при работе. Многие люди, страдающие болями в позвоночнике, сами эмпирическим путем открыли для себя эти позы и движения. Но насколько им было бы легче, если бы их научили этому еще в школе.

Третья часть книги называется «Перегрузка позвоночника. Работа над ошибками». В ней идет речь о безопасных для позвоночника физических упражнениях, возможных спортивных травмах, заболеваниях шейного отдела позвоночника, травмах спинного мозга. Здесь мы узнаем, что нервные клетки все-таки могут восстанавливаться! Здесь мы знакомимся с изометрическими упражнениями,

во время которых нужно не совершать движение, а, наоборот, застывать неподвижно на максимальное время. Такие упражнения укрепляют мышцы, не нагружая позвоночник.

О системе упражнений «Умный позвоночник» идет речь в четвертой части книги. Это профилактическая система, с помощью которой укрепляются мышцы, поддерживающие позвоночник. Упражнения помогают также, если позвоночник уже болен. Система разработана для космонавтов, у которых в невесомости атрофируются мышцы, но пригодна для людей любых сидячих профессий. Некоторые упражнения можно выполнять среди дня, они не требуют специальных помещений, оборудования и одежды. Это, как правило, изометрические упражнения, несложные в выполнении. Приведены комплексы для шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника. Для некоторых упражнений «поясничной гимнастики» требуется коврик (они выполняются лежа), для других — огромный мяч, на который нужно ложиться животом и изображать жука. Судя по фото, это приятное упражнение. Все упражнения проиллюстрированы фотографиями, на которых движения показывает сам доктор Борщенко.

Упражнения имеют запоминающиеся названия. Это, кстати, облегчает выполнение комплекса: запомнил название «Японское приветствие» или «Рыба-руки-ноги» и не нужно заглядывать в книгу за описанием следующего упражнения. Вот упражнение «Трон»: нужно сесть на мяч и сидеть как можно дольше, выпрямив спину. Чего проще? Игорь Анатольевич Борщенко пишет об этом упражнении: «Это отличная тренировка стабилизаторов поясницы, кроме того, нормализуется положение шейного отдела позвоночника и осанка в целом. Вы можете сэкономить время на занятиях, если совместите сидение на мяче с просмотром любимого фильма». Классное упражнение!

Не все упражнения, однако, можно выполнять без отрыва от компьютера или телевизора. Мало прочитать книгу, надо систематически делать гимнастику, описанную в ней. В этом-то вся сложность. Как выкроить время на упражнения, если надо доделать курсовую, доиграть в Warcraft, пообщаться на форуме, дописать рецензию? Головной мозг принимает решение, пагубное для его друга позвоночника, и человек зависает за компьютером во вредной для здоровья позе. Но эту ситуацию доктор Борщенко исправить уже не сможет.

В книге есть и другие интересные сведения, а также приведены название сай-



И.А. Борщенко.

«Система «Умный позвоночник».

Москва.

Издательство ЭКСМО, 2010.

та и электронный адрес, на который можно направлять вопросы автору. Напоследок — неожиданная рекомендация: «Не стоит торопиться и подталкивать малыша ходить, в том числе используя ходунки, прыгунки и прочие приспособления. Чем дольше ребенок ползает, тем лучше позвоночник готовится к вертикальным нагрузкам». Читайте книгу Игоря Борщенко «Система “Умный позвоночник”»!

«Плохая экология» и хороший учебник

Часто мы слышим и произносим словосочетание «плохая экология», вкладывая в него приблизительно тот же смысл, что и в слова «плохой фэн-шуй». То есть имеем в виду не отрицательную оценку науки об экосистемах, а испорченную среду обитания. Антропогенное воздействие на окружающую среду — лишь одна из проблем экологии. Ею занимается промышленная экология. Этот раздел изучают будущие инженеры, например химики. Российский химико-технический университет им. Д.И.Менделеева выпустил в 2010 году для своих студентов учебник «Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения», написанный Н.И.Акининым. Это, разумеется, не первый и не единственный учебник по специальности. Но, в отличие от многих других, эта книга написана просто, а ее содержание может оказаться интересным и полезным самым разным читателям.

Специалиста заинтересуют данные по объемам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и водоемы, отходов по видам экономической деятельности, показатели воздействия на окружающую среду различных производств. Данные приводятся по Российской Федерации в динамике за несколько лет, самые свежие — за 2008 год. Большой объем справочной информации позволяет делать самостоятельные умозаключения о тенденциях и их причинах — полезный материал для реферата, курсовой или диплома.

Изучение таблицы по выбросам загрязняющих веществ позволяет убедиться, что среди стационарных источников наибольший вклад в загрязнение атмосферы в нашей стране вносят обрабатывающие производства: это треть атмосферных загрязнений. А среди них лидируют металлургические производства. Следующий по значимости источник атмосферных загрязнений — добыча полезных ископае-

Н.И.Акинин
«Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения».
Москва.
РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2010.

мых, и особенно, конечно, добыча нефти и газа. Хотя и плохо, что воздух загрязняется, но в «победе» обрабатывающих производств есть и что-то утешительное, не правда ли? Среди предприятий Москвы главный загрязнитель атмосферы — тепловые электростанции. Их в пределах города тринадцать.

А вот 60% веществ, загрязняющих воду, попадает в водоемы в результате деятельности по «сбору, очистке и распределению воды» и «удалению сточных вод, отходов и аналогичной деятельности». В тексте к таблице поясняется, что это водопроводно-канализационное хозяйство, и в первую очередь канализационные станции. И всего 6% загрязнений водоемов дает целлюлозно-бумажная промышленность, а остальные обрабатывающие производства и того меньше. В частности, доля химической промышленности в загрязнении водоемов — не более 4%. Интересно, не правда ли?

Еще любопытно, что добыча нефти и газа в нашей стране в пять раз меньше загрязняет водоемы, чем... Что, как вы думаете? Не угадаете! Операции с недвижимым имуществом. Не верите — посмотрите в таблице 1.3 учебника «Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения». Конечно, общемировая картина несколько отличается от российской. Ежегодно в результате аварий судов, утечек при добыче нефти в шельфовой зоне и прочих причин в воды Мирового океана поступает 12—15 млн. тонн нефти. Аварией считается утечка более 50 тонн. Ежедневный выброс 14 тысяч тонн в Мексиканском заливе на фоне этого норматива впечатляют еще больше. Эта катастрофа, понятное дело, не вошла еще в учебники промышленной экологии, но с их помощью можно оценить ее масштабы. Так, напри-



НАША КНИЖНАЯ ПОЛКА

мер, в этой книге говорится, что одна тонна нефти способна загрязнить поверхность океана площадью 12 км²!

Анализ таблиц также показывает, что от 2006 к 2007 году объем загрязнений воздуха в Российской Федерации несколько увеличился, а зато в 2008 году ощутимо уменьшился. Возможно, благодаря тому, что с 2004 года инвестиции в природоохранную деятельность непрерывно растут.

Загрязнение воды с 2006 к 2008 году в целом неуклонно снижается. С очисткой воды дело обстоит хуже: к 2008 году объем очищенных сточных вод снизился, а неочищенных — увеличился. Снижение загрязнения воды связано не с улучшением очистки сточных вод, а с общим уменьшением их объема.

Но это данные только по стационарным источникам загрязнения, а есть и передвижные источники, на которые приходится более 80% загрязняющих веществ. Это, например, транспорт. Автомобильный транспорт — один из основных факторов комплексного отрицательного воздействия на окружающую среду. Так, он выбрасывает в атмосферу 38% от общего объема загрязняющих веществ. Как ни трудно поверить, но дизельные двигатели выбрасывают в 2,5 раза меньше вредных выхлопов, чем карбюраторные.

А еще из этой книги можно узнать, что средняя температура у поверхности Земли 15°, а перенос загрязняющих веществ с воздушными массами происходит в Европе преимущественно с запада на восток; что первичная утилизация твердых отходов наиболее широко может быть реализована в производстве строительных материалов. И совсем не радующее известие: плата предприятий за негативное воздействие на окружающую среду поступает в бюджет, а далее может расходоваться на любые цели, а не только на охрану природы. То есть для местных бюджетов вредное производство может быть источником денежных средств, и чем вреднее, тем источник полноводнее.

В учебнике рассматриваются и технические, и правовые, и организационные аспекты природоохранной деятельности. Но есть информация, способная заинтересовать и неспециалиста.

Е.Лясота

Великий симбиоз

Александр
Марков

Библиотека Фонда «Династия» пополнилась еще одной замечательной научно-популярной книгой «Рождение сложности». Это настоящее событие, поскольку теперь на полке Библиотеки в ряду западных научно-популярных бестселлеров, переведенных и изданных в России при поддержке Фонда «Династия», стоит свежая, только что написанная, российская научно-популярная книга. Ее автор — Александр Марков, ученый (Палеонтологический институт РАН) и популяризатор науки. Появление этой книги он объясняет так: «Понимание важности научной популяризации открылось мне в тот момент, когда я случайно обнаружил в Интернете огромное количество креационистской пропаганды. До этого момента я наивно полагал, что в наши дни, когда мы так много знаем об устройстве и историческом развитии органического мира, быть креационистом может только идиот. Я испытал шок, когда осознал, что быть идиотом для этого не обязательно — достаточно просто не знать биологии».

Книга «Рождение сложности» — моментальный снимок стремительно развивающейся биологической науки, сборник увлекательных рассказов о последних биологических исследованиях, логически увязанных между собой. Современная наука о жизни местами очень сложна, поэтому от читателя потребуются определенные интеллектуальные усилия, чтобы пройти с автором путь от начала и до конца. Но поверьте, результат того стоит. Книга издана издательством «Астрель» (www.astrel-spb.ru) при поддержке Фонда некоммерческих программ Дмитрия Зимина «Династия» (www.dynastyfdn.ru). Эту книгу издательства «Астрель» вы сможете купить в федеральной сети книжных магазинов «Буква», а также через Интернет. А мы предлагаем вам фрагменты одной из глав книги — «Великий симбиоз».

Без сотрудничества, кооперации, симбиоза не может существовать (и тем более развиваться) ни одна живая система. Даже для самых жестоких человеческих коллективов (изолированных, так называемых карцерных, где всплывают на поверхность самые дремучие инстинкты и «архаическое мышление»), не характерны взаимоотношения по принципу «каждый против каждого». Неизбежно будут складываться какие-то группировки, союзы, альянсы.

В биологии необходимость кооперации и симбиоза очевидна. Для того чтобы выжить и оставить потомство, каждое живое существо должно справиться с множеством разнообразных проблем. Нужно каким-то образом получать из окружающей среды необходимые вещества, а недостающие самостоятельно синтезировать из подручного материала; нужно добывать энергию, вовремя избавляться от отходов жизнедеятельности, находить подходящих партнеров для обмена наследственным материалом, заботиться о потомстве, защищаться от хищников и так далее — и все это в переменчивой, далеко не всегда благоприятной внешней среде. Требования, предъявляемые жизнью к каждому отдельному организму, не только многочисленны и разнообразны — очень часто они еще и противоречивы. Невозможно оптимизировать сложную систему сразу по всем параметрам: чтобы добиться совершенства в чем-то одном, приходится жертвовать другим. Поэтому эволюция — это вечный поиск компромисса, и отсюда следует неизбежная ограниченность возможностей любого отдельно взятого живого существа. Самый простой и эффективный путь преодоления этой ограниченности — симбиоз, то есть кооперация «специалистов разного профиля». <...>



Художник П. Перевезенцев



КНИГИ

Вездесущий симбиоз

Когда-то симбиоз считался сравнительно редким явлением — скорее курьезом, чем правилом. Когда в 60-е годы XIX века было обнаружено, что лишайники представляют собой симбиотические комплексы из грибов и водорослей, ученые страшно удивились (надо же, какие причуды бывают у матушки-природы!). С тех пор многое изменилось. Уже в начале XX века отдельные выдающиеся мыслители предполагали, что симбиоз и кооперация могут играть огромную роль в развитии жизни на Земле. Хотя «организмоцентрический» подход в биологии по-прежнему господствует, сегодня ученые ясно понимают, что симбиоз — это магистральный путь эволюции, без которого прогрессивное развитие жизни на Земле было бы крайне затруднено, если вообще возможно.

По-настоящему автономный организм, сформировавшийся и живущий без всякого участия каких-либо симбионтов, в природе еще надо поискать. Большинство живых существ, населяющих планету, в действительности являются «сверхорганизмами» — сложными симбиотическими комплексами.

Человек не исключение. Каждая наша клетка получает необходимую ей энергию от митохондрий — потомков симбиотических бактерий. Многие из наших генов получены нами от вирусов, всевозможных «эгоистических» фрагментов ДНК и мобильных генетических элементов. Наш метаболизм во многом определяется многочисленными микробами, составляющими кишечную флору. И даже если заглянуть внутрь любого из этих микробов, то и там мы найдем жителей-симбионтов (плазмиды, фаги, транспозоны). <...>

На симбиозе были основаны многие важнейшие ароморфозы (прогрессивные эволюционные преобразования). Самое значи-

тельное из них — формирование эукариотической клетки, из которой в дальнейшем развились все высшие формы жизни. В дальнейшем роль симбиоза в развитии жизни отнюдь не снижалась. Важнейшие функциональные блоки современной биосферы целиком и полностью держатся на симбиозе и симбиотических комплексах — «сверхорганизмах». Так, возможности высших растений — основных производителей органики и кислорода — были бы весьма ограниченны без симбиоза с бактериями, способными переводить атмосферный азот в доступную для растений форму, и с почвенными грибами (микориза), без кооперации с насекомыми-опылителями и позвоночными — распространителями семян. Растительноядные животные — основные потребители производимой растениями органики — не могут эффективно переваривать растительную пищу без помощи разнообразных симбиотических бактерий и одноклеточных эукариот. Самые яркие и богатые жизнью морские экосистемы коралловых рифов невозможны без симбиоза коралловых полипов с одноклеточными водорослями — зооксантеллами. <...>

Одними из самых важных являются так называемые азотфиксирующие симбиозы — кооперация растений с микроорганизмами, способными переводить азот из атмосферы или захороненной в почве органики в доступную для растений форму (аммоний, NH_4^+). Основная часть биосферного азота содержится в атмосфере в химически инертной молекулярной форме (N_2). Восстановление (фиксация) этого азота требует огромного количества энергии. На это способны лишь некоторые бактерии и археи, у которых есть специальные ферменты — нитрогеназы. Дополнительная сложность состоит в том, что нитрогеназы работают только в анаэробных (бескислородных) условиях. Все высшие (эукариотические) организмы, в том числе растения, по определению аэробны, и в этом, возможно, главная причина того, что у высших организмов способность к фиксации азота не встречается. Много азота содержится также в почве в составе органических веществ, но и этот азот для растений недоступен, поскольку у них нет пищеварительных ферментов, необходимых для расщепления этой органики.

Два компонента азотфиксирующего симбиоза — это наземное растение (здесь годится любой тип растения) и какие-нибудь бактерии, способные фиксировать азот. В роли последних могут выступать цианобактерии, актинобактерии и альфа-протеобактерии. Наиболее изучен симбиоз бобовых с клубеньковыми бактериями — ризобиями. Ризобии относятся к группе альфа-протеобактерий. Ризобии, живущие в специализированных органах (клубеньках), снабжают растение аммонием, взамен получая весь комплекс элементов питания, в первую очередь углеводы, образуемые в ходе фотосинтеза. Между растительным и бактериальным компонентами симбиотического комплекса сложилась эффективная и гибкая система взаимной координации и регуляции. Например, специальные ферменты растений, работающие только в клубеньках, «заботятся» о том, чтобы концентрация кислорода в центральной части клубенька, где живут ризобии, была как можно ниже (и она там действительно ниже, чем в атмосфере, на 5–6 порядков). Биохимическая и генетическая интеграция симбиотического комплекса доходит даже до того, что активность некоторых растительных генов регулируется бактериальными белками!

Важную экологическую роль играет также симбиоз растений с азотфиксирующими цианобактериями. В отличие от ризобий цианобактерии сами способны к фотосинтезу, что несколько упрощает задачу снабжения азотфиксирующих симбионтов необходимой энергией. Симбиотический комплекс водного папоротника *Azolla* и цианобактерии *Anabaena* имеет большое сельскохозяйственное значение: заселение рисовых плантаций этим папоротником резко повышает урожайность риса. Неслучайно в некоторых районах Юго-Восточной Азии азоллу обожествляют.

В народнохозяйственных целях было бы очень полезно «научить» сами растительные клетки фиксировать атмосферный азот, точнее, их органеллы — пластиды. Теоретически это воз-

можно, ведь многие «дикие» цианобактерии умеют фиксировать азот (пластиды — потомки цианобактерий). Наверное, можно генно-инженерными методами создать пластиды с генами нитрогеназы, которые могли бы работать в темноте (например, в корнях). Конечно, будет очень сложно добиться достаточно низкой концентрации кислорода в растительных клетках, но перспективы выглядят весьма заманчивой, ведь недостаток доступного азота — главный лимитирующий фактор, ограничивающий рост растений. Сняв это ограничение, можно было бы добиться колоссального увеличения урожайности.

Огромную роль в биосфере играют симбиозы автотрофов с гетеротрофами — кооперация организмов, синтезирующих органику из углекислого газа, с потребителями готовой органики. В роли первых выступают фотосинтезирующие организмы (растения, одноклеточные, эукариоты, цианобактерии) или бактерии-хемоавтотрофы, использующие для фиксации CO₂ энергию окисления неорганических веществ (например, сероводорода или метана). В роли вторых выступают животные или грибы. Широко распространены симбиозы с участием грибов — микоризы и лишайники. В случае микоризы грибной компонент получает от растения-хозяина углеводы (глюкозу, фруктозу), а сам берет на себя функцию корневых волосков и вдобавок снабжает хозяина азотом и фосфором, которые гриб добывает, разлагая почвенную органику. Лишайники иногда называют «микоризой наоборот», поскольку в этих симбиотических комплексах гриб выступает в роли хозяина, а фотосинтезирующие организмы (одноклеточные водоросли или цианобактерии) — в роли симбионта. Однако система биохимической интеграции у лишайников и микориз во многом сходна. Наибольшего совершенства эта система достигает у трехкомпонентных лишайников, в состав которых входят помимо гриба-хозяина специализирующиеся на фотосинтезе зеленые водоросли и специализирующиеся на азотфиксации цианобактерии. <...>

Чрезвычайно широко распространены также симбиозы животных с микробами, помогающими усваивать растительную пищу. Потребление органики, производимой растениями в ходе фотосинтеза, — главная «экологическая роль» животных в биосфере, однако, как это ни парадоксально, сами по себе животные практически не способны справляться с этой задачей. Подавляющее большинство растительноядных животных попросту лишены ферментов для расщепления растительных полимеров (главным из которых является целлюлоза). Поэтому практически все животные-фитофаги — это на самом деле симбиотические комплексы из животного-хозяина и разнообразных бактерий, грибов или простейших. Скорее всего, растительноядность изначально была симбиотическим феноменом. Роль симбионтов не сводится к расщеплению растительных полимеров: они могут также утилизировать азотные шлаки хозяина и синтезировать многие вещества, необходимые хозяину, но отсутствующие в растительной пище. Микробное сообщество, обитающее в пищеварительном тракте термитов, обладает даже способностью к азотфиксации, что позволяет этим насекомым питаться такими несъедобными вещами, как химически чистая целлюлоза. <...>

Один килограмм микроорганизмов в кишечнике человека

В молекулярно-биологических исследованиях главный залог успеха — это удачный выбор объекта и методики. Американские биологи нашли необычное применение новейшим методикам, разработанным для «прочтения» геномов различных организмов. Ученые применили эти методы к ДНК, экстрагированной из человеческих фекалий, с целью получения общей характеристики кишечной микрофлоры.

По имеющимся оценкам, в кишечнике взрослого человека присутствует более 1 кг микроорганизмов, относящихся к сотням различных видов. В точности их видовой состав неизвестен. Микробиологи знают «в лицо» лишь несколько десятков типичных представителей, которых можно вырастить на искусственных средах. Как выяснилось сравнительно недавно (и это

открытие стало шоком для микробиологов), большинство существующих в природе микроорганизмов на искусственных средах не растет. Таких микробов называют некультивируемыми. В человеческом кишечнике они тоже, скорее всего, составляют большинство. Что-либо узнать об этих микробах удается лишь по нуклеотидным последовательностям ДНК в пробах, взятых из естественных сред.

Исследователи выделили ДНК из фекалий двух человек, не принимавших целый год перед этим никаких лекарств, и провели масштабную работу по секвенированию — определению нуклеотидной последовательности фрагментов ДНК. Отсеквенированные кусочки затем собирали в длинные фрагменты на основе наличия неперекрывающихся участков. В итоге получилось около 74 тысяч неповторяющихся кусков общей длиной свыше 78 млн. пар нуклеотидов. Для сравнения — в геноме человека свыше 3 млрд. пар нуклеотидов, в геноме одной бактерии — 2–5 млн.

Разумеется, исследователи не рассчитывали получить полные геномы всех кишечных микробов. Для этого им пришлось бы приложить на несколько порядков больше усилий. Они лишь хотели получить общее представление о разнообразии микробного сообщества, его структуре и, главное, об обмене веществ. А для этого полученной выборки геномных последовательностей оказалось вполне достаточно. Такой радикальный подход к изучению сообществ — свалить всех в одну кучу, истолочь и отсекувенировать — получил даже специальное название — метагеномный анализ. <...>

Генетические базы данных сегодня уже достаточно представительны, чтобы по набору выделенных из пробы генов можно было определить, какие организмы присутствуют в пробе, даже если эти организмы до сих пор не были известны науке. Сравнивая найденные гены с известными, можно выяснить не только, чьими родственниками являются эти существа, но и как они живут и чем дышат.

На следующем этапе в отсекувенированных последовательностях искали гены с известными функциями и пытались определить, какие фрагменты принадлежат бактериям, а какие — археям. Для этого последовательности сравнивали с известными, то есть вынесенными в базы данных, генами бактерий и архей, а также с их полными геномами. Отдельно анализировались гены рибосомной РНК (16S), по которым традиционно проводят классификацию микробов.

В «явном виде» по генам рибосомной РНК удалось идентифицировать лишь 72 разновидности бактерий (из них 60 некультивируемых и 16 новых для науки) и один вид архей-метаногенов. Однако авторы обосновали статистически, что, если бы работа по секвенированию ДНК из тех же самых проб была продолжена, число выявленных разновидностей микробов составило бы не менее 300.

Оказалось, что в кишечной микрофлоре резко повышена доля генов, имеющих отношение к метаболизму полисахаридов растительного происхождения, некоторых аминокислот и витаминов, а также к метаногенезу. На основе проведенного анализа авторы выделили наиболее важные метаболические функции, которые выполняют микробы в человеческом кишечнике. Это прежде всего переваривание растительных полисахаридов, которые не могут перевариваться ферментами, закодированными в геноме человека. С этими трудноусваиваемыми углеводами расправляются в основном бактерии-бройдильщики, выделяющие в качестве конечных продуктов обмена низкомолекулярные органические кислоты. Однако то, что для бактерий-бройдильщиков является отходами жизнедеятельности, для человека — вполне съедобные вещества, которые активно всасываются кишечным эпителием. По имеющимся оценкам, из этого необычного источника люди получают около 10% калорий (эта оценка справедлива для приверженцев типичной «европейской» диеты). Задумайтесь, что это значит: не бактерии питаются нашими отходами, как кто-то мог бы подумать, а как раз наоборот!

Кроме съедобных для человека веществ бактерии-броуидильщи-ки выделяют в качестве побочного продукта еще и молекулярный водород, который вреден для них самих и препятствует их росту и жизнедеятельности. Чтобы процесс переваривания растительных полисахаридов шел эффективно, кто-то должен постоянно утилизировать образующийся водород. Именно этим и занимаются археи-метаногены. В ходе метаногенеза поглощаются водород и углекислый газ и выделяется метан.

В «совокупном геноме» кишечной флоры сильно повышено процентное содержание генов, связанных с синтезом незаменимых аминокислот и витаминов. Микробы сильно облегчают человеку жизнь, производя значительные количества этих необходимых нам веществ. Кроме того, кишечная флора располагает большим арсеналом ферментов для обезвреживания токсичных веществ, присутствующих в нашей повседневной пище, особенно растительной.

Микробные геномы, таким образом, служат важным дополнением к геному *Homo sapiens*. Хотя это и нехарактерно для публикуемых в наши дни на Западе научных работ, авторы в данном случае решились на философское обобщение (Steven R. Gill et al, «Science», 2006, т. 312, с. 1355—1359). По их мнению, человека следует рассматривать как сверхорганизм, чей обмен веществ обеспечивается совместной слаженной работой ферментов, закодированных не только в геноме *Homo sapiens*, но и в геномах сотен видов симбиотических микробов. Между прочим, доля человеческих генов в совокупном геноме этого сверхорганизма составляет не более 1%. <...>

Термостойкая трава

Фантастический случай тройного симбиоза описали в начале 2007 года американские биологи, работающие в Йеллоустонском национальном парке (США), где на горячей почве вблизи геотермальных источников произрастает термостойкая трава *Dichanthelium lanuginosum*, близкая родственница проса («Science», 2007, т. 315, с. 513—515). Ранее было установлено, что удивительная устойчивость этого растения к высоким температурам каким-то образом связана с эндодитным (произрастающим в тканях растения) грибом *Curvularia protuberate*. Если выращивать растение и гриб по отдельности, ни тот, ни другой организм не выдерживает длительного нагревания свыше 38°C, однако вместе они прекрасно растут на почве с температурой 65°C. Кроме того, даже в отсутствие теплового стресса растение, зараженное грибом, растет быстрее и лучше переносит засуху.

Продолжая исследование этой симбиотической системы, ученые обнаружили, что в ней есть еще и третий обязательный участник — РНК-содержащий вирус, обитающий в клетках гриба. Сначала ученые, конечно, не подозревали, что вирус важен для данного сверхорганизма. Они просто решили выяснить, не оказывает ли он какого-нибудь влияния на взаимоотношения гриба и растения. Для этого они «вылечили» гриб, подвергнув его мицелий высушиванию и замораживанию при -80°C. Эта суровая процедура приводит к разрушению вирусных частиц (и счастливы те организмы, которые могут, как грибы, сами ее выдержать и таким образом исцелиться от вирусных заболеваний!).

Необходимые для экспериментов «безгрибные» растения получали из семян, с которых снимали оболочку, а затем полоскали 10—15 минут в хлорке. Выращенные из таких семян растения затем заражали (или не заражали) симбиотическим грибом, капая на них из пипетки смесь грибных спор.

Оказалось, что гриб, вылеченный от вируса, не в состоянии сделать растение термоустойчивым. Растения с таким грибом погибли на горячей почве точно так же, как и растения без гриба.

Однако нужно было еще убедиться, что дело тут именно в вирусе, а не в каких-то побочных эффектах жестких процедур, которые применялись при «лечении» гриба от вируса и растения — от гриба. Для этого вылеченные грибы были снова заражены вирусом, а этими повторно зараженными грибами, в свою

очередь, заразили вылеченные растения. Теперь все было в порядке: заново собранный симбиотический комплекс отлично рос на горячей почве.

Таким образом, для термоустойчивости оказались необходимы все три компонента симбиотической системы: и растение, и гриб, и вирус.

Напоследок ученые провели совсем уж смелый эксперимент: взяли да заразили «грибом термоустойчивости» совершенно другое растение, а именно обыкновенный помидор. Были взяты четыре группы молодых томатов, по 19 растений в каждой. Первую группу заразили дикой формой гриба, содержащего вирус; вторую — грибом, вылеченным от вируса, а затем снова зараженным; третью — грибом, лишенным вируса; четвертую вообще оставили без грибов. Затем почву, в которой росли эти помидоры, стали каждые сутки нагревать до 65°C на 10 часов, а остальные 14 часов температура почвы была 26°C. Спустя 14 дней в первой группе в живых осталось 11 растений, во второй — 10, в третьей — 4, в четвертой только 2.

Таким образом, гриб, зараженный вирусом, способен повышать термоустойчивость не только своего природного хозяина — однодольного растения *Dichanthelium lanuginosum*, но и неродственных растений, относящихся к классу двудольных. Это открытие может иметь большое практическое значение. Трудность пока в том, что авторам не удалось добиться стопроцентной зараженности всех помидоров симбиотическими грибами. Именно этим, по их мнению, объясняется более высокая смертность подопытных томатов на горячей почве по сравнению с *Dichanthelium lanuginosum*.

Вместо выделительной системы — микробное сообщество

Еще более фантастический случай симбиоза был описан в 2006 году исследователями из Германии и США («Nature», 2006, т. 443, с. 950—955). Объектом изучения стал малошестипалый кольчатый червь *Olavius algarvensis*, обитающий в Средиземном море. Червь этот интересен прежде всего тем, что у него нет ни рта, ни кишечника, ни ануса, ни нефридиев — органов пищеварения и выделения. Некоторые другие морские черви тоже научились обходиться без органов пищеварения. Например, у погонофор кишечник превратился в так называемую трофосому — тяж, набитый симбиотическими бактериями, окисляющими сероводород или метан. Поэтому можно было ожидать, что и у *Olavius algarvensis* отсутствие кишечника компенсируется наличием каких-то симбиотических микробов, обеспечивающих своего хозяина пищей в обмен на беззаботную жизнь в чужом теле. Однако редукция еще и выделительной системы — это явление беспрецедентное для кольчатых червей. Неужели микробы-симбионты сумели заменить червю не только органы пищеварения, но и органы выделения?

Метагеномный анализ выявил присутствие в теле червя четырех видов симбиотических бактерий, два из которых относятся к группе гамма-протеобактерий, а два других — к дельта-протеобактериям. Обе гамма-протеобактерии, геном которых удалось реконструировать почти полностью, являются автотрофами, то есть синтезируют органические вещества из углекислого газа. Необходимую для этого энергию они получают за счет окисления сульфида (S²⁻). В качестве окислителя используется кислород, а при отсутствии кислорода — нитраты. Если же нет под рукой и нитратов, окислителем могут служить некоторые органические вещества. В качестве конечных продуктов жизнедеятельности эти бактерии выделяют окисленные соединения серы (например, сульфаты).

Дельта-протеобактерии тоже оказались автотрофами, но другого рода, а именно сульфат-редукторами. Они получают энергию, восстанавливая сульфат (или другие окисленные соединения серы) до сульфида. Таким образом, метаболизм гамма- и дельта-протеобактериальных симбионтов оказался взаимодополнительным: отходы первых служат пищей вторым и наоборот.

В качестве восстановителя (донора электронов, необходимо для восстановления сульфата) симбиотические дельта-протеобактерии могут использовать молекулярный водород. У них есть гены ферментов — гидрогеназ, необходимых для работы с молекулярным водородом. Возможно (хотя и не удалось доказать наверняка), что гамма-протеобактериальные симбионты производят некоторое количество водорода и таким образом снабжают дельта-протеобактерий не только окисленными соединениями серы, но и восстановителем.

Бактериальные симбионты живут не в глубине тела, а прямо под наружной оболочкой (кутикулой) червя. Здесь они ведут свою странную микробную жизнь, обмениваясь друг с другом продуктами своего метаболизма. Все прочее, чего им может не хватать, они получают из окружающей среды — в основном это вещества, просачивающиеся из морской воды под кутикулу хозяина. Микробы размножаются, а эпителиальные клетки червя тем временем потихоньку заглатывают их и переваривают. Этого источника питания, очевидно, червь вполне достаточно, чтобы не испытывать дискомфорта из-за отсутствия рта и кишечника.

Но как удается червю обходиться без выделительной системы? Оказалось, что в геномах бактерий-симбионтов присутствуют гены белков, обеспечивающих всасывание и утилизацию мочевины, аммония и других отходов жизнедеятельности червя. Эти вещества служат бактериям ценными источниками азота.

Возможно, основная выгода, которую бактерии получают от сожительства с червем, состоит в том, что он подвижен и может по мере надобности переползает туда, где условия среды наиболее благоприятны для всей честной компании. В верхних слоях осадка, где имеется немного кислорода, но нет сульфидов, гамма-протеобактерии могут получать необходимые им сульфиды от своих сожителей — дельта-протеобактерий. Сульфид в этом случае будет окисляться кислородом — наиболее энергетически выгодным окислителем. В больших количествах, правда, кислород вреден для сульфат-редукторов — дельта-протеобактерий.

Если червь закопается поглубже, он попадет в слои, где кислорода нет вовсе. Здесь гамма-протеобактерии будут использовать в качестве окислителя нитраты, что несколько менее выгодно, зато сульфида у них будет вдоволь, потому что кислород больше не будет угнетать жизнедеятельность дельта-протеобактерий.

Наконец, в еще более глубоких слоях осадка, где нет не только кислорода, но и нитратов, гамма-протеобактерии могут использовать как окислитель некоторые органические вещества, выделяемые червем-хозяином и дельта-протеобактериями. <...>

Таким образом, пять видов живых существ, объединившись, превратились в универсальный сверхорганизм, способный жить в самых разнообразных условиях — в том числе и там, где ни один из его компонентов не выжил бы в одиночку.

Как клопы кормят свое потомство ценными симбионтами

Ну и напоследок совсем уж необыкновенный пример симбиотических отношений из жизни клопов. Об этом симбиотическом комплексе научный мир узнал в 2006 году благодаря исследованию японских биологов («PLoS Biology», 2006, т. 4, вып. 10).

Клопы семейства *Plataspidae*, или полшаровидные щитники, как выяснилось, не могут жить без симбиотических бактерий, обитающих в их кишечнике, — так же, как и эти бактерии не мыслят себе жизни без клопов. Самка щитника, откладывая яйца, в каждую кладку помещает определенное количество «симбиотических капсул» — покрытых оболочкой шариков, содержащих бактерий-симбионтов в питательной среде. Вылупившиеся личинки первым делом поедают эти пилюли, и бактерии попадают в задний отдел средней кишки.

После этого происходят совсем странные вещи: средняя кишка пережимается посередине, так что передняя часть пищеварительной системы превращается в слепой мешок, не имеющий выхода. Пища перестает поступать в ту часть кишечника, где по-

селились бактерии. Питаются щитники соком растений, и все съеденное всасывается без остатка, а отходы жизнедеятельности затем выводятся из полости тела при помощи особых органов (мальпигиевых сосудов) прямо в заднюю кишку.

Задняя часть средней кишки превращается в инкубатор для бактерий. У самок этот отдел кишечника подразделяется на три части: в передней живут бактерии, в средней образуется питательный наполнитель для симбиотических капсул, а в задней образуется их оболочка. У самцов два последних отдела отсутствуют.

Исследователи обнаружили, что без симбионтов щитники жить не могут. Удаление симбиотических капсул из кладки приводит к резкому увеличению смертности личинок и замедлению роста. У двух видов клопов (из четырех исследованных) все личинки погибли. У двух других видов часть личинок все-таки доросла до взрослой стадии, но получившиеся клопы отличались мелкими размерами, бледной окраской и были неспособны к спариванию.

По-видимому, бактерии обеспечивают клопов необходимыми питательными веществами. Животные, питающиеся одним лишь соком растений, находятся в крайне трудном положении. Ведь в их пище практически отсутствуют жиры, белки, аминокислоты и многие другие необходимые вещества. На одних углеводах долго не протянешь. Правда, в растительном соке есть все элементы, необходимые для синтеза недостающих веществ, но справиться с такой сложной биохимической задачей способны только бактерии. <...>

Исследователи выделили из симбиотических капсул семи видов клопов молекулы ДНК бактерий-симбионтов и определили последовательность нуклеотидов в гене рибосомной рННК (16S рРНК). Этот ген традиционно используется для определения родственных связей бактерий. Оказалось, что симбионт клопов относится к группе гамма-протеобактерий, к подгруппе энтеробактерий, то есть кишечных бактерий (сюда же относится кишечная палочка), а ближайшим его родственником является та самая бухера — симбионт тлей. Это само по себе весьма интересно, поскольку тли и клопы — родственные группы. Возможно, история клопино-бактериального симбиоза очень древняя и уходит корнями в те далекие времена, когда жили на свете общие предки тлей и клопов.

На основе сравнения нуклеотидных последовательностей рРНК исследователи построили эволюционные деревья — абсолютно для клопов и для их симбионтов. Эти деревья оказались абсолютно одинаковыми. Это означает, что эволюция клопов и их симбионтов протекала совершенно синхронно: появление нового вида клопа всегда сопровождалось появлением новой разновидности бактерий. Или может быть, наоборот, изменение бактерии провоцировало появление нового вида клопа? Кроме того, это означает, что разные виды клопов не обмениваются между собой симбионтами. Последнее обстоятельство можно объяснить только физиологическими причинами, то есть тем, что каждая разновидность бактерии приспособлена только к клопам определенного вида, и наоборот. Дело в том, что разные виды полшаровидных щитников часто встречаются на одном и том же растении и личинки вовсе не застрахованы от случайного поедания чужих капсул. Очевидно, такие ошибки плохо кончаются и для клопов, и для бактерий.

Изученная японскими исследователями симбиотическая система представляет собой исключительно удобный объект, позволяющий без всяких усилий поставить множество экспериментов. Например, что, если бактерий-симбионтов разных видов клопов поменять местами? Выяснить это проще простого — достаточно скормить личинкам чужие симбиотические капсулы. Наверняка этот и многие другие эксперименты будут поставлены в ближайшее время, и мы узнаем еще много увлекательных подробностей о шестиногих симбиотических сверхорганизмах.



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 однократным методом БЭТ



СОРБОМЕТР

СОРБОМЕТР-М



Прибор СОРБОМЕТР-М обеспечивает

- Измерение изотермы адсорбции
- Измерение удельной поверхности многократным 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

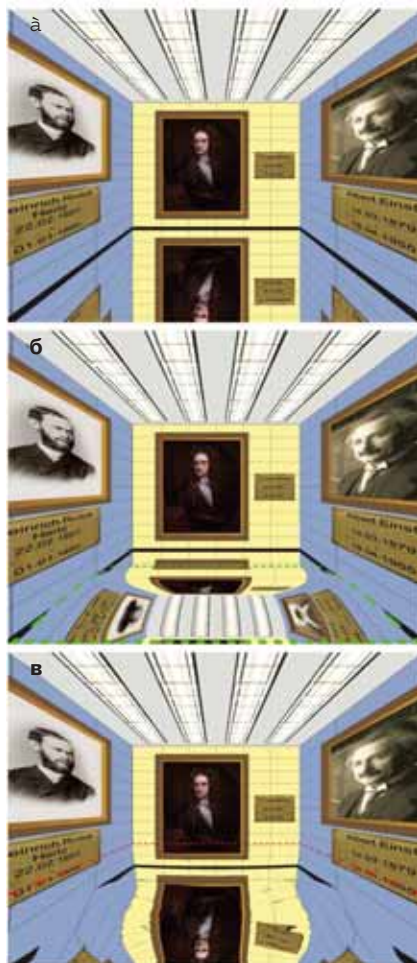
Игры оптиков

Свет распространяется прямолинейно — гласит закон оптики. Однако что такое «прямолинейно»? Вот, например, известное наблюдение Артура Эддингтона 1919 года: путь света от далекой звезды искривляется вблизи Солнца, что и стало подтверждением общей теории относительности Эйнштейна. Сейчас такое искривление лежит в основе метода гравитационного линзирования, который позволяет астрономам изучать далекие миры. Разве это явление не опровергает упомянутый в начале заметки закон? Нет. Потому что масса искривляет пространство-время, и чем массивнее объект, тем в большей степени. Свет, двигаясь прямолинейно в искривленном пространстве, будет, с точки

зрения стороннего наблюдателя, лететь по кривой.

Именно эта идея — управлять светом за счет искривления пространства — лежит в основе направления исследований, которое носит название «трансформационная оптика», о теретических подходах которой рассказано в статье «Как сшить плащ-невидимку» в этом номере журнала. Основное же внимание исследователей-практиков в этой области направлено на изготовление шапки, плаща и ковра-невидимки.

Пока что они не научились искривлять пространство, поэтому приходится манипулировать свойствами пространства, которые влияют на движение световых лучей. Это либо коэффициент преломления, либо коэффициенты магнитной восприимчивости и диэлектрической проницаемости (они отражают свойства среды в формулах законов Ампера, Фарадея, Кулона и в собственно уравнениях Максвелла, управляющих движением электромагнитных волн, то есть света). Большинство подобных исследований выполнено в компьютере, однако есть и приятные исключения. Расскажем о двух из них — ковре-невидимке и шапке-невидимке. В англоязычной литературе последнюю называют «плащом», но это, очевидно, неверно: в данное устройство не закутываются, а надевают его на скрываемый объект.

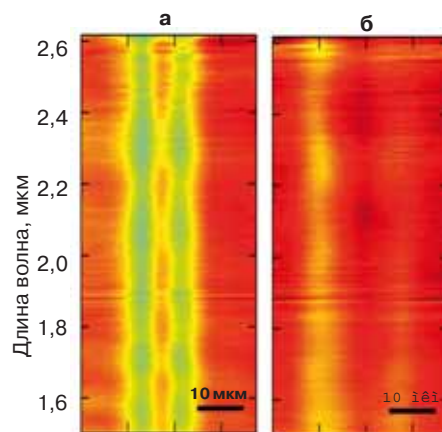


1 Если в зеркальном полу сделать выпуклость, то отражения стен сильно исказятся (б), а ковер-невидимка эти искажения почти убирает (в)

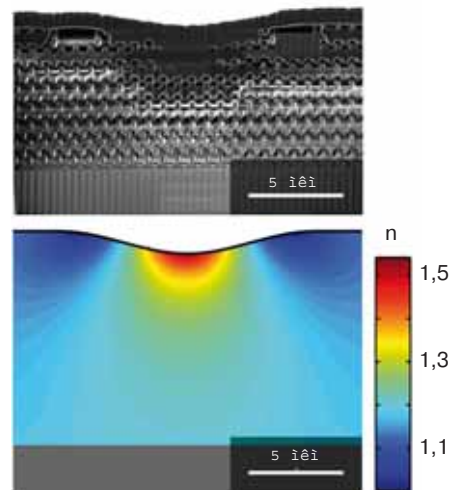
Ковер-невидимка

Ковер-невидимка предназначен для того, чтобы спрятать нечто на полу или стене. Изобретатели рассуждали так: если на полу есть выпуклость, почему мы ее замечаем? Потому, что лучи, отраженные от нее, проходят иной путь, нежели от ровных участков пола. Как следствие — узор на полу искажается. Хорошую иллюстрацию работы ковра-невидимки на основе расчета построили немецкие исследователи из Технологического института в Карлсруэ во главе с Николасом Стенгером и Толгой Эргином. На рис. 1а показана комната с зеркальным металлическим полом, на стенах которой развешены портреты трех ученых, много сделавших для изучения природы света, — Ньютона, Герца и Эйнштейна. На рис. 1б — та же комната, но в середине пола есть выпуклость. На рис. 1в пол накрыт ковром, который позволяет компенсировать различие хода лучей от выпуклости и ровного пола. Возникшая оптическая иллюзия практически совершенна. Небольшие искажения отразившихся в зеркальном полу портретов связаны с граничными эффектами — по краю выпуклости оптические свойства меняются слишком быстро, чтобы их можно было компенсировать.

Этот пример показывает макроскопическую мечту оптиков. Реальность же го-



2 Выпуклость на золотой фольге хорошо видна (а), а ковер-невидимка ее почти убирает, причем в широком диапазоне длин волн инфракрасного света (б)



3 Устройство ковра-невидимки (а) и вызванные им изменения показателя преломления n (б)

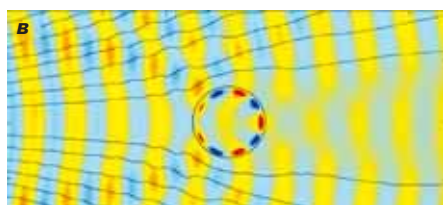
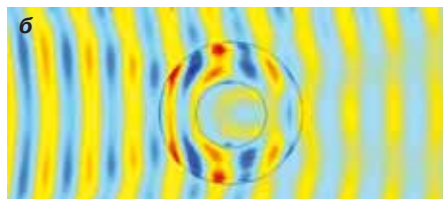
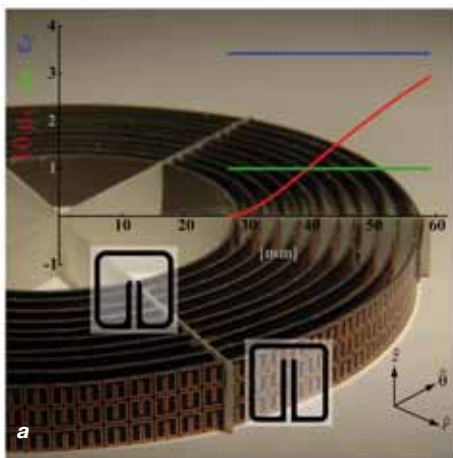
раздо менее эффективна: та же научная группа весной 2010 года создала ковер-невидимку, который смог скрыть выпуклость в виде борозды высотой в микрон и шириной в 13 мкм (рис. 2). При этом длина волны света была больше высоты борозды — лежала в пределах 1,5—2,6 мкм, то есть в инфракрасной области. Эту выпуклость прикрыли ковром из полимерных стержней, покрытых узлами, — фотонным кристаллом (рис. 3). Изменяя период расположения узлов, можно влиять на способность света той или иной длины волны проходить сквозь такой кристалл, а изменяя число узлов в единице объема, можно варьировать показатель преломления.

Вообще-то считается, что этот период должен быть раз в десять меньше длины волны света: в противном случае появятся дифракционные эффекты и кристалл уже нельзя будет рассматривать как однородный материал. Поскольку в опытах немецких оптиков период был 0,8 мкм, это условие позволяет работать лишь с дальним инфракрасным светом с длиной волны 8 мкм. Од-

нако всякое ограничение, если постараться, можно обойти. Так получилось и в этот раз — при определенном соотношении длины волны и параметра дифракционной решетки возникает аномалия, открытая американским оптиком Робертом Вудом: дифракция как будто пропадает. Ею-то и воспользовались немецкие ученые.

Чтобы прикрыть выпуклость, в фотонном кристалле сделали область диаметром 26 мкм и толщиной 10 мкм (то есть в десять раз больше, чем высота выпуклости), в которой число узлов решетки и соответственно показатель преломления были переменными (рис. 3). В результате лучи, отразившиеся от выпуклости, запутывались в кристалле и ее изображение размывалось, что хорошо видно на рис. 2. Нельзя сказать, что выпуклость стала совсем незаметной, но светилась она, несомненно, гораздо хуже, чем если бы ее прикрыли просто фотонным кристаллом безо всяких встроенных в него ковров-невидимок.

Уже из размеров микроскопического ковra-невидимки видно, что его применение для маскировки какого-то макроскопического объекта невозможно: над танком высотой в 2,5 метра придется расположить фотонный кристалл 25-метровой толщины, причем сверху все равно он будет заметен в виде размытого



4 Шапка-невидимка (а) заметно ослабляет тень и отражение от накрытого ею объекта (б). У ненакрытого же тень гораздо заметнее (в)

зеленого пятна. Сбоку же его увидеть просто, поскольку ковер-невидимка лишь изменяет пути отраженного света, но никак не позволяет световой волне обтечь скрываемый объект, то есть передать на передний план изображение заднего фона. С этой задачей справляется шапка-невидимка — система из concentрических колец, в центр которых помещен скрываемый объект. Однако этот объект будет заметен сверху, но зато у него не будет ни тени, ни собственного отражения. Так, правда, получается в теории. На практике же удастся лишь несколько ослабить тень и отражение.

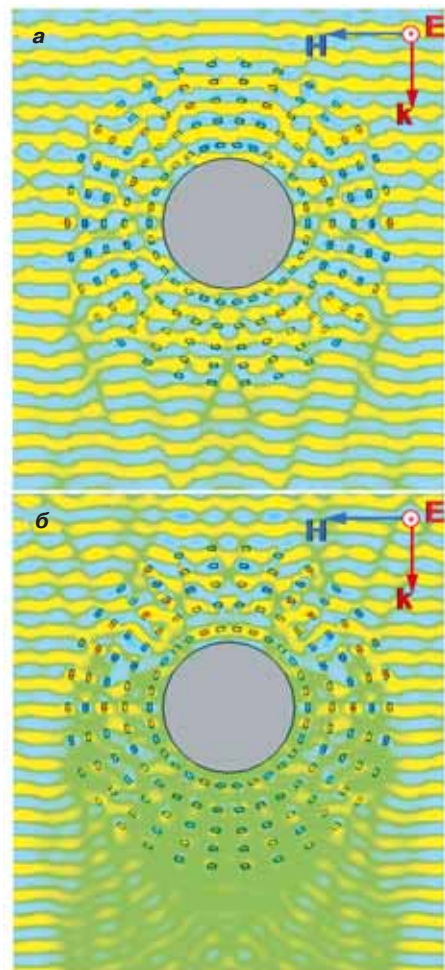
Шапка-невидимка

Теорию шапки-невидимки в 2006 году предложили американские ученые из Университета Дьюка. Тогда же они подтвердили свою теорию, изготовив шапку-невидимку для микроволновых лучей в виде набора цилиндров, в которые встроены кольцевые резонаторы, обеспечивающие изменение магнитной восприимчивости среды (рис. 4а). Такой резонатор — незамкнутое кольцо из проводящего материала; частота же резонанса зависит от расстояния между незамкнутыми концами. Ученые взяли десять цилиндров диаметром от 27,1 до 58,9 мм, на каждом разместили резонаторы соответствующего только ему размера, внутрь всей конструкции поместили медный цилиндр диаметром 25 мм и стали облучать микроволнами с длиной волны 35 мм, то есть, как и в случае с ковром-невидимкой, оказывается больше скрываемого объекта. На рис. 4б видно, что эта маскировка тоже несовершенна — цилиндр порождает и небольшое отражение, и довольно заметную тень, но они не сравнимы с тем, что дает «голый» цилиндр (рис. 4в).

В развитие этих идей стеклянную шапку-невидимку для инфракрасного света с длиной волны 1 мкм предложили в 2010 году Елена и Георгий Семухины со своими коллегами из Мичиганского технологического университета. Стекло они, правда, взяли не простое, а халькогенидное, состава GeSbSe. (Такие стекла представляют собой соединения элементов VI группы таблицы Менделеева и, в отличие от привычного нам, обладают электропроводностью.) Из этого стекла сделали резонаторы — цилиндры высотой 150 и диаметром 300 нм: расчет показал, что именно при таких параметрах свет будет должным образом обтекать спрятанный объект, если расположить их в виде concentрических кругов вокруг него. На резонаторах измерили такую важную характеристику, как гало рассеяния, возникающее при прохождении сквозь них инфракрасного света: при организации кольцевых структур надо сделать так, чтобы гало не перекрывались. По этим данным ученые



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



5 Шапка-невидимка из халькогенидного стекла делает объект невидимым при освещении инфракрасным светом (а — с шапкой, б — без нее)

высчитали, сколько резонаторов поместится в каждом круге. После чего они не стали проводить реальный эксперимент, а загрузили параметры в компьютер и рассчитали, что стеклянная шапка-невидимка внешним диаметром 12 мкм неплохо гасит и отражение, и тень от объекта диаметром 5 мкм (рис.5). Это уже в пять раз больше длины волны падающего излучения, что не может не радовать. Во всяком случае, движение вперед к реальной невидимости налицо.

Кандидат физико-математических наук
С.М. Комаров

Ячмень

Самый скороспелый злак, холодостойкий, засухоустойчивый и неприхотливый — это ячмень, одно из самых древних культурных растений.

Чем полезен ячмень

Ячменное зерно очень питательно. В нем до 65% крахмала и 12% белка, причем более ценного, чем пшеничный, потому что он содержит незаменимую аминокислоту лизин. Лизин же столь полезен, что его прописывают как лекарство. Он укрепляет иммунную систему, оказывает противогерпетическое и антиатеросклеротическое действие, нормализует липидный состав крови, восстанавливает структуру костной ткани и активно участвует в выработке коллагена.

Ячмень — чемпион среди злаков по содержанию фосфора. В нем также много кремния, калия, есть натрий, кальций, магний, железо и иод. Ячмень содержит витамины группы В, РР, А, D и Е. Еще два ценнейших компонента ячменного зерна — длинноцепочечный углевод в-глюкан, который активизирует иммунную систему организма и входит в состав клеточных мембран, и антигрибковый антибиотик гордецин.

А теперь поговорим о том, в каком виде мы всю эту полезность можем съесть.

Мука

Из ячменя, как из любого злака, делают муку, которую подмешивают к ржаной и пшеничной при производстве хлеба. Иногда из нее пекут лепешки, но хлеб — никогда. Ячменная выпечка крошится и быстро черствеет, поскольку ячмень практически не содержит белка клейковины (глютена), обеспечивающего упругость теста. Но зато ячменные продукты могут без опасения есть люди с непереносимостью глютена (ею страдает каждый восьмисотый европеец). Обжаренную ячменную муку используют как суррогат кофе.

Крупы

У ячменя есть одно досадное свойство: его цветочные чешуи прижаты к зерновкам так плотно, что не отлетают при обмолоте, поэтому ячменные зерна всегда покрыты жесткими пленками и их приходится шлифовать. Крупа из шлифованного ячменя — это всем известная перловка. В зависимости от размера крупинок она делится на пять номеров. Первый и второй имеют овальную форму, а следующие три обточены до шариков разного калибра. (Круглую перловку иногда называют голландкой.) Чем крупнее крупа, тем дольше она готовится. В наших магазинах, как правило, продают номер первый, который варят не меньше часа, да еще предварительно замачивают на ночь, причем делать это нужно не на глазок, а, согласно В.Похлебкину, брать ровно литр воды на стакан крупы.

Но перловка стоит этих трудов. Ее полезно есть при малокровии, диабете (ячмень понижает содержание сахара в крови), пониженной функции щитовидной железы, геморрое, болезнях мочевыводящей и половой систем, заболеваниях печени и желчного пузыря, аллергических заболеваниях и болезнях суставов, а также при грибковых поражениях кожи. Ячменная крупа содержит 3—5% клетчатки, выводящей из организма шлаки, поэтому ею можно лечить запоры, метеоризм и пищевые отравления. И худеть с перловкой хорошо.

Людям с желудочно-кишечными заболеваниями, которым тяжело есть перловку, можно посоветовать жиденькую ячневую кашу. Ячневая крупа представляет собой дробленые ячменные зерна, не очень тщательно очищенные от цветочных пленок, поэтому клетчатки в ней больше, чем в перловке. Ячневая крупа мельче перловой и варится быстрее — за 45—50 мин, при этом увеличивается в объеме в четыре раза (перловая разбухает в пять раз). Из ячки готовят каши и запеканки, а из перловки — каши, гарниры и заправки для супов.

Для диетического питания подходит и слизистый отвар ячменя или кисель из его проросших зерен. Эти слизистые напитки смягчают и обволакивают больной желудок и обладают бактерицидным действием.

Ячменный сахар

Ячмень — один из самых крахмалистых злаков. В его проросших зернах крахмал под действием ферментов превращается

в мальтозу (солодовый сахар). В тот момент, когда зерно наиболее насыщено сахаром, его нагревают. Прораствание прекращается, а образовавшийся сахар карамелизуется. Полученный продукт называется солодом, помимо сахара он содержит декстрины (продукты частичного расщепления крахмала), белки, соли, витамины, клетчатку.

Существуют два подвида ячменя: многорядный с плотным шестигранным колосом и двурядный, у которого колос плоский и более «жидкий». Однако именно у этого подвида, менее урожайного, зерна прораствают быстро и дружно, поэтому солод готовят преимущественно из двурядных сортов.

Солод можно использовать по-разному. Его водный настой пьют при кашле, бронхитах и прочих болезнях, при которых показаны ячменные крупы, подкармливают им маленьких детей. Правда, настой приходится подслащивать. Китайцы делают из ячменного солода патоку, а европейцы — алкогольные напитки.

Пиво

Где сахар, там и алкогольное брожение, а самый известный алкогольный ячменный напиток — это пиво. Для его приготовления солод размалывают и разводят горячей водой. Образовавшееся месиво называется затор. Полезные вещества переходят из солода в горячую воду; через несколько часов от затора отделяют сладковатую жидкую фракцию — сусло, которое кипятят вместе с хмелем. От сорта хмеля во многом зависит и вкус пива, а цвет определяет степень обжаривания солода: чем она больше, тем сильнее карамелизуется сахар и темнее напиток. Затем сусло охлаждают, еще раз фильтруют и перекачивают в бродильный резервуар, куда добавляют и пивные дрожжи. Дрожжи превращают солодовый сахар в спирт и углекислый газ. Через несколько недель напиток переливают из резервуара в закрытые бочки, где он дозревает положенное время. На заключительном этапе пиво фильтруют от остатков дрожжей. В полученный напиток переходит 65% питательных веществ зерна.

Пивные дрожжи бывают двух типов: одни после сбраживания сахара опускаются на дно сосуда, другие остаются на поверхности. Вызываемое ими брожение соответственно подразделяют на низовое и верховое. Низовое происходит при температуре от 4 до 9°C. На холодке в пиве заводится меньше посторонней микрофлоры, чем при верховом брожении, поэтому такие сорта дольше хранятся. Но и у верхового брожения есть свои преимущества. Оно протекает при 15—20°C, поэтому занимает меньше времени и не требует охлаждения, что до появления холодильных установок было немаловажным обстоятельством.

Сортов пива существует множество. Например, знаменитое пльзенское пиво относится к лагерным сортам (от немецкого *lagern* — хранить). После первичного низового брожения к нему добавляют бродящее сусло и выдерживают при низкой температуре. Эль — золотисто-коричневое пиво верхового брожения, производимое в Британии и Бельгии. Раньше он пивом не был, его готовили без хмеля, ароматизируя пряными травами, но в XV веке из Фландрии в Англию завезли хмель, а лет через сто он стал обязательным компонентом всех солодовых напитков, и принципиальное различие между элем и пивом исчезло.

Есть еще стаут — очень темное и густое пиво верхового брожения, и, конечно, портер — смесь трех разных сортов эля: вызревшего и прокисшего, молодого и легкого недозревшего. В разных сорта портера эти компоненты входят в разных пропорциях.

Виски

Еще один знаменитый ячменный напиток — шотландское виски. Именно шотландское, потому что в других странах при его производстве к ячменю добавляют рожь и другие злаки, или, скорее, к другим злакам добавляют ячмень.

Шотландское виски отличается дымным ароматом, потому что солод для него сушат горячим дымом от сгорания торфа, древесного угля и буковых стружек. Из солода, как водится, получают сусло и добавляют к нему дрожжи, но брожение происходит при 35—37°C. Через двое суток получается слабенький напиток, похожий на пиво, который два-три раза перегоняют в медных перегонных аппаратах. Выдерживать его полагается не менее трех лет и только в дубовых бочках: либо в испанских из-под хереса, либо в американских из белого дуба, специально обработанных дешевым хересом или ранее содержавших бурбон (американское виски, которое делают из кукурузы с добавлением ржи и ячменя). Перед выдержкой виски разбавляют родниковой водой до крепости 50 градусов. В бочках напиток темнеет, приобретает дополнительный аромат и более мягкий вкус. В процессе выдержки часть алкоголя испаряется (ее называют долей ангелов), и в результате крепость виски понижается до 40%. Сахаров в нем нет.

Виски — напиток дорогой, аристократический. И тем не менее ближайший родственник нашей перловой каше.



ЧТО МЫ ЕДИМ

Н. Ручкина





Золотое колесо



Ирина Истратова

Даже ясными осенними вечерами здесь сумрачно. Солнце ложится на соседнюю крышу, чтобы взять под прицел фасад нашего дома, но тщетно — подвальное окно офиса не простреливается. Здесь темно, как в склепе. Здесь водятся чудовища.

Люблю сидеть в темноте и слушать, как наверху разбиваются об асфальт дождевые капли. Фиолетовые вспышки молний отражаются от голубого кафеля на стенах приямка, от застекленных полок с документами и полированных столешниц пустых столов. Как раз успеваешь разглядеть, что у подставки для карандашей крокодильи челюсти, а у настольной лампы — костяная рука.

На самом деле ночью работать в офисе не страшно. Клиенты наши, конечно, маньяки, но не опасные. Просто благоприятное время для оформления заявки они вычисляют по звездам. Но это им мало помогает. Нашему патентному бюро удалось зарегистрировать лишь одно изобретение из области астрологии, да и то не как «Способ предсказания судьбы», а как «Способ и устройство генерации псевдослучайных чисел».

Вы, наверно, догадались по нашему названию: мы специализируемся на велосипедах и вечных двигателях. Нормальная работа. Изобретатели вечных двигателей порой сами не понимают, что изобрели на самом деле. В результате мы получаем для них патент на механический аккумулятор или даровой генератор. А один вечный двигатель мы зарегистрировали как «Игрушку "Вечный двигатель"».

Я надела очки, придвинула блюдце с печеньем и открыла документ, вложенный в электронное письмо. Когда читаю: «Способ воздействия на организм человека», мне хочется что-нибудь погрызть. Так обычно называют заявки из области биорезонанса или акупунктуры. Самая неприятная категория изобретений. Хорошо, если автор предлагает воздействовать на биологически активные точки «особыми полями» или «тонкой энергией». Сразу ясно: лженаука. А если ультразвуком или электричеством? Не очевидно, почему это не будет работать. Организм человека еще слишком плохо изучен...

Нет, тут не альтернативная медицина, тут вообще черт знает что. В разделе «Уровень техники» — экскурс в историю Древнего мира и описание кровавых обрядов. Виталий Афанасьевич Лазарев, который записался на консультацию в одиннадцать вечера, как никто похож на маньяка.

Ладно, если вдруг что-то серьезное, то у меня в сумочке газовый баллончик. А в вестибюле дежурит Женя. Он тоже студент и работает охранником в ночную смену. Женя — красавчик. Нет, это я с досады так говорю. Женя просто красивый. Представьте себе безупречные черты античной статуи, оживленные человеческим чувством. Когда Женя читает конспект, его опущенные ресницы и легкая складка между бровей прекрасны. Я вхожу и наблюдаю, как он медленно выныривает из своей совершенной сосредоточенности, поднимает глаза и, узнав меня, улыбается. Эти короткие мгновения на проходной для него не значат ничего, а я словно превращаюсь в канал высокой пропускной способности, по которому Женин образ в мельчайших деталях передается в мое сердце. Я пе-

реполняюсь им на целый день и, кажется, большего просто не выдержу, умру.

На большее не стоит и надеяться. В минуту отчаяния я говорю себе: пора сесть на диету, перестать носить очки и влюбиться в кого-нибудь, кто мне пара. К примеру, в одного из приличных молодых людей со странностями и ранними залысинами — тех, с которыми мама знакомит меня через своих подруг. Нет, ни за что! Лучше я надену очки и буду любоваться тем, кто мне нравится.

Я с ним никогда не заговорю. Не хочу выяснить наверняка, что у нас нет ничего общего. Он изучает право, а я физику. Это безнадежней, чем Монтекки и Капулетти.

Я работаю в юридической фирме временно. Не из-за денег, хотя платят неплохо, а ради тренировки мозгов.

Несколько лет назад я стала замечать тревожные симптомы. Чем дальше, тем мне становилось сложнее изучать что-то новое. Я стремилась схитрить и пройти по верхам: не вникала в доказательства теорем; в научных статьях сначала пропускала формулы, потом смотрела сразу выводы; за успехами науки следила, читая популярные журналы. И если мне предстояло разобраться в незнакомом вопросе, я испытывала уныние и даже ужас.

Обычно я игнорирую свои недостатки. Но разум, приходящий в упадок, — это намного серьезней, чем лишние килограммы на талии. Негодный инструмент для будущего ученого. А что, если меня разоблачат? Вдруг я приму за чистую монету одну из тех бессмысленных статей, которые пишут программы и которые рассылают в журналы и на конференции, чтобы протестировать их уровень? Страшный, страшный позор, хуже, чем голышом на улицу.

То, что со мной происходит, это не маразм, конечно, просто лень и отсутствие тренировки. Значит, надо тренироваться. Чтение рецензируемых журналов не годится именно потому, что написанному там можно доверять. Нет, я стану, подобно Демосфену, упражняться с камешками во рту. Вдобавок мне нужен дамклов меч, который не позволит расслабиться и передумать.

Вот так я и устроилась экспертом в патентное бюро «Золотое колесо».

— Надежда Викторовна, — раздался Женин голос по интеркому, — к вам господин Лазарев.

— Женя, скажите ему, пусть спускается.

Виталий Афанасьевич вошел весь в черном, здороваясь на ходу и заталкивая в карман черную вязаную шапочку. Повесил на вешалку черную куртку и зонт (странно, если б не черный). С зонта капало.

На вид Лазареву было лет тридцать пять. Обыкновенное лицо, без отблеска сверхценной идеи. Чуть обозначил рукопожатие и сел напротив, сдержанно улыбаясь.

— Будете чаю? Кофе?

— Спасибо, чаю, без лимона.

— Печенье?

— Нет, спасибо. Надежда Викторовна, вы смотрели черновик моей заявки?



ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ

<p>2004</p> <p>КАТАЛИТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ НЕТЕПЕРАБОТКИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ</p>	<p>2008</p> <p>МНОГОЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ (ДО 100 АТМ)</p>	<p>2005</p> <p>УСТАНОВКА ТЕРМОПАРОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ КРЕКИНГА</p>
<p>2009</p> <p>УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПАРОВОЙ И ВОЗДУШНОЙ КОНВЕРСИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ДАВЛЕНИИ</p>	<p>2008</p> <p>УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГИДРОКРИКИНГА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И ВАКУУМНОГО ГАЗОКРИКИНГА</p>	<p>2006</p> <p>УСТАНОВКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ РАБОТ В УНИВЕРСИТЕТАХ И КОЛЛЕДЖАХ ХИМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ</p>



Для исследования каталитических свойств зернистых катализаторов в различных процессах с газовыми и парогазовыми реакционными смесями при атмосферном давлении и в условиях повышенных давлений

ЭФФЕКТИВНО ИСПОЛЪЗУЮТСЯ:

- КАК НАДЕЖНОЕ И ОПЕРАТИВНОЕ СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА
- ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ НОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ И ИЗУЧЕНИЮ КИНЕТИКИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ
- ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ АКТИВНОСТИ ВЫГРУЖЕННЫХ, ИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО АППАРАТА, ОБРАЗЦОВ КАТАЛИЗАТОРА
- ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСА РАБОТЫ КАТАЛИЗАТОРОВ
- ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕАКТИВАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ И СПОСОБОВ ИХ РЕГЕНЕРАЦИИ
- ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ В УНИВЕРСИТЕТАХ И КОЛЛЕДЖАХ ХИМИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО

ЗАО "КАТАКОН"
Институт катализа им.Г.К.Борескова СО РАН

Россия, г. Новосибирск, 630090, пр. Академика Лаврентьева, 5
тел/факс: +7 (383) 326 9495, e-mail: catacon@ngs.ru

skomm.ru
снежный ком

Хорошие тексты
в достойном
оформлении

Узнавайте первыми
о новых книгах издательства!

Сообщество в Живом Журнале
snezhnycom
<http://community.livejournal.com/snezhnycom>
новости, опросы, отзывы



Нереальная и шокирующая история
от лонггистера «Большой Книги»
Владимира Данихнова

Н: «Девочка и мертвецы»

«2048. Деталь Б» — второй том культового романа Мерси Шелли. «2048» — это роман о головокружительном и захватывающем будущем, которое, возможно, ждёт нас.

НФ



Он положил себе ложечку пять или шесть сахара — накладывал, пока чай не поднялся до краев. А вот не буду подслащивать ему пилюлю!

— Сказать по правде, мне не понятно, в чем суть вашего изобретения. Вы пишете, что оно позволяет «перевести организм во второе устойчивое состояние». Терминология мне незнакома.

— Этот термин я ввел в своей статье. Я на нее ссылаюсь.

Как обычно. Ссылаться больше не на что, кроме как на единственную собственную статью, напечатанную на свои деньги в каких-нибудь «Успехах уфологии».

— Если вы вводите новый термин, вы должны определить его в заявке.

— Слишком сложно.

— А вы попробуйте. Вот прямо сейчас — попробуйте объяснить мне на пальцах.

— Хорошо. — Лазарев задумался. — Состояние человека можно описать набором переменных. Например: температура тела, артериальное давление, частота сердечных сокращений и так далее. Если вы будете откладывать каждую переменную по своей оси, то получите пространство физиологических состояний и в нем — точку, а если станете наблюдать, как состояние изменяется со временем, то увидите траекторию. Траектория не может быть любой, она ограничена какой-то частью пространства, а если все же выходит за пределы — так может случиться, когда на организм оказывают внешнее воздействие, — то потом возвращается обратно. Грубо говоря, это я называю устойчивым состоянием.

— Пока понятно. Теорию динамических систем не надо пересказывать, как раз тут достаточно будет ссылки. А что такое «второе устойчивое состояние»? Мне кажется, устойчивых состояний должно быть бесконечно много. Если человек, например, заболел или начал заниматься спортом, его траектория должна сместиться в другую область пространства, разве не так?

— Можно считать, что состояние то же самое. Отличия несущественны. А вот основное и второе устойчивые состояния лежат в непересекающихся областях пространства.

— А между ними?.. (Впрочем, догадываюсь.)

— Состояния, не совместимые с жизнью. Но существует управление, переводящее организм из одного состояния в другое. Я его вычислил и могу технически осуществить.

— Постойте. Все же, что такое это второе состояние? И за чем переводить в него организм?

— Оно более устойчиво по части параметров, — ответил Виталий Афанасьевич. — В чем это выражается практически? Человек может находиться во втором устойчивом состоянии очень долго. То есть не стареет и не умирает.

— Здорово! — Я уже едва скрывала сарказм. — И так просто! Почему никто до сих пор до этого не додумался?

— До этого давно додумались, — сказал Лазарев. — Разве человек не хочет жить вечно и не стариться? Разве не надеется, что за порогом смерти есть что-то еще?

— Виталий Афанасьевич, это же мечты и заблуждения!

— Но древние люди верили, — ответил Лазарев. — И согласно своим представлениям пытались провести человека через смерть в новую жизнь. Обряд куда менее эффективен, чем эксперимент. Но обряды перехода проводились повсеместно в течение нескольких десятков тысяч лет. Достаточно, чтобы случайно наткнуться на второе устойчивое состояние.

— Виталий Афанасьевич, вы ошибаетесь, обряды перехода имели общественное значение. Считалось, что человек как бы умирает в прежнем социальном статусе и возрождается в новом.

— Возможно. — Он пожал плечами. — В эти обряды могли вкладывать какой угодно смысл, но лишь до тех пор, пока не получали неожиданный результат. А тогда уже пытались повторить именно его.



ФАНТАСТИКА

— Но об этом ничего не известно, потому что они скрывали это от простых смертных?

Лазарев неопределенно улыбнулся. Странное все-таки лицо. Похоже на реверсивную фигуру: смотришь, смотришь — интеллигентное и симпатичное, и вдруг видишь, что на самом деле оно недоброе. И вроде выражение не менялось, ни один лицевой мускул не дрогнул. Очень неприятное ощущение.

— Тогда давайте вычеркнем это из заявки, — предложила я. — В разделе «Уровень техники» следует перечислить известные аналоги. А раз аналог неизвестен, то так и напишем.

— Вам виднее.

— Виталий Афанасьевич, серьезно, я сомневаюсь, что у человеческого организма может быть какое-то иное состояние. Откуда ему там взяться? Как бы сказать... Вы берете самолет и говорите, что разберете его на детали, а потом соберете из них космический корабль. Причем сделаете это во время полета. Простите за не очень удачную аналогию, я понимаю, что на самом деле речь идет о перестройке функций, а не структур.

— Человек — это не самолет, — сказал Лазарев, — это нечто, что может летать, как самолет, но создавалось совсем для другого. Если бы такой самолет спроектировали с нуля, конструкторов бы уволили. Костыль на костыле и куча лишних деталей... А насчет перестройки во время полета вы верно говорите. Самолет начинает падать, и, если в последний момент его не вывести из пике, он разобьется.

— А почему люди изначально не находятся во втором состоянии? Ведь оно лучше.

— Это с точки зрения человека лучше жить долго. А с точки зрения естественного отбора лучше быстро размножаться. Мы видим результат эволюции, а не то, чего нам хотелось бы. — Лазарев помрачнел. — Да и не во всем второе состояние лучше. По другой части параметров оно менее устойчиво, чем основное. Что на практике означает повышенную реактивность. Фотодерматит, пищевые аллергии...

По привычке я мысленно переводила с псевдонаучного языка на человеческий.

— Виталий Афанасьевич, мне кажется или вы собираетесь запатентовать вампиризм?

— Не стану даже пытаться, — ответил он слегка насмешливо. — Насколько мне известно, вампиризм как таковой непатентоспособен.

Ничего себе? Приходит ночью, с изобретением из области мифологии — а потом учит меня моей работе!

— Вампиризм, способ превращения в вампира — какая разница? И то, и другое имеет нетехнический характер.

— Способ-то почему? — удивился Лазарев.

— Способ имеет технический характер, если любой специалист в соответствующей области может осуществить его с помощью технических средств. Может — но не имеет права, пока не купит у вас лицензию. Вампир, вонзающий клыки в шею, — решение, очевидно, нетехническое. Как вы себе представляете государственную регистрацию такого изобретения? Государство должно будет охранять ваше право кусаться?

— Вы читали заявку-то? — возмутился Лазарев. — Где я там

предлагаю использовать клыки? Только медицинское оборудование: датчики, дефибриллятор, аппарат ИВЛ.

— Частности! — не сдавалась я. — Способ превращения человека в вампира непатентоспособен уже потому, что противоречит принципам гуманности и морали.

— Почему?

— Неужели не очевидно? Потому что вампир — живой мертвец, который питается кровью людей!

— Живой мертвец — это оксюморон, — фыркнул Лазарев.

— Мы не мертвее вас. И кровь нам нужна не больше вашего.

— То есть кровь вы не пьете?

— Не испытываем потребности. Подозреваю, что от вашей крови мне станет хуже, чем от вашего печенья.

— Кстати, не желаете еще чаю?

— Да, спасибо, без лимона. Вообще-то вопрос непростой. Я имею в виду, пьем ли мы кровь. У нас есть ритуалы, связанные с кровью. Как и у людей.

— У людей?.. А, причастие, брудершафт. Ясно. А какие ритуалы у вас?

— Те же, но ближе к их первоначальной форме. Мы — маленькое замкнутое сообщество косных индивидов и сохранили больше пережитков, чем вы. Плюс обряд превращения. Но и здесь кровь имеет лишь ритуальное значение. А суть в том, что серьезная кровопотеря вызывает терминальное состояние. Эти самодовольные ослы не понимают, что они делают и зачем! Можно ведь избежать травм и обойтись без риска для жизни.

— А что, не всегда получается?

— У них? Хорошо, если один раз из ста.

— Значит, вампиры все-таки убивают людей.

— Теперь в этом нет нужды. Мой способ безопасен. А если кто-то захочет продолжать в прежнем духе, то пусть к нему применяют уголовное право, а не патентное.

— Так что выходит: вампиры не питаются кровью и на солнце не сгорают, а обгорают. Клыки есть?

— Самые обыкновенные. — Лазарев широко улыбнулся. — У человека отличный набор зубов и мощные челюсти.

— Нужно ли вам приглашение, чтобы войти в чужой дом?

— Мы только этим и занимаемся: входим в дома и берем, что нравится. А как еще добывать средства к существованию?

— Можно работать в ночную смену.

— На заводе? Мы ведем ночной образ жизни на протяжении тысячелетий. Не мертвые, но испорченные.

— Превращаетесь в летучую мышь? Обладаете сверхчеловеческой силой? (Нет, не стоило и спрашивать.)

— Мы обычно сильнее людей. Наша физиологическая норма более размыта. Можно сместить траекторию далеко от среднего.

Беседа все больше напоминала сцену из книжки или фильма про вампиров. Творческие люди не могут смириться, что тема вампиризма исчерпана миллион страниц тому назад. Они злятся на предшественников, стараются их опровергнуть и выдать действительно оригинальные сведения о вампирах. Например: «Вампиров можно убить не только осиновым колом, но и ножкой табуретки» или «Вампиры не сгорают на солнце, а флюоресцируют, как фальшивые купюры в ультрафиолете». И даже так: «На самом деле это люди пьют кровь вампиров!»

Далее по сценарию идет предъявление доказательства. Обычно это весьма неприятно: вампир хватает человека за горло и поднимает его в воздух на вытянутой руке.

— Покажите мне что-нибудь такое, на что не способен человек, — попросила я.

— А нельзя обойтись без этого?

— Так вам будет проще всего меня убедить.

— А потом поехать с вами в Роспатент и повторить демонстрацию?

— Ах да! Вы не можете выходить на улицу днем.

— Не только в этом дело. Мое изобретение должно выглядеть несколько... несерьезно. Как одно из тех бесполезных и безобидных изобретений, на которые вы обычно получаете патенты.

Виталий Афанасьевич улыбнулся — словно вставил смайлик в обидный текст — и продолжил:

— Сможете представить мое изобретение в таком виде? Не хочю, чтобы его засекретили.

— Конечно, — сказала я. — Например, давайте напишем, что оно относится к экспериментальной медицине и может быть использовано для проверки вашей гипотезы о втором устойчивом состоянии. Не на людях, разумеется, а на крысах или кроликах.

Лазарев нахмурился и посмотрел на меня долгим взглядом. Мне снова стало не по себе.

— Я сказал, что это моя заявка должна выглядеть несерьезно, но рассчитывал на ваше ко мне серьезное отношение, Надежда Викторовна, — наконец произнес он и поднялся со стула. — Ладно. Я покажу вам кое-что.

На всякий случай я набрала на клавиатуре условленную комбинацию. Действие, которому посторонний не придаст значения, а между тем это сигнал для Жени. Он спускается, входит и спрашивает: «У вас все в порядке, Надежда Викторовна?» или вовсе нейтральное: «Надежда Викторовна, у нас кипятки есть?» Женя ростом метр девяносто, форменная куртка красиво облегает его торс, и ремешки на карманах так и топчутся. А на поясе у Жени электрошокер. Женя берет чайник и уходит, и прерванная беседа продолжается в мирном ключе...

Лазарев подошел, одной рукой оперся о стол, другой оттянул вниз высокий ворот своего черного свитера. Блеснули звенья золотой цепочки.

— Приложите пальцы к сонной артерии.

Я откинулась на спинку кресла и попыталась отъехать подальше назад. Он поймал мою руку и прижал к своей шее. Я сперва ничего не почувствовала. Очень редкий пульс — примерно раз в пять секунд.

— Ну как? Бывает такое у человека или нет?

— Необычно... Не знаю, честное слово... Я проверю. Если это не фокус.

Биение под моими пальцами вдруг резко участилось. Лазарев одним движением отбросил мою руку и сдернул с шеи цепочку. Стремительно отступил на шаг. Цепочка обмоталась вокруг его запястья, и на ладонь упала черная флэшка. Дверь распахнулась, и Женя стал свидетелем невинной картины: изобретатель передает материалы эксперту.

— Надежда Викторовна, у вас все в порядке?

— Да, да. Спасибо.

Сердце стучало, точно телеграфный аппарат, отбивающий запоздалую телеграмму. Что бы мог подумать Женя? И с какой стати я об этом волнуюсь...

— Спасибо, — сказала я, когда Женя ушел.

— Не за что. — Виталий Афанасьевич положил флэшку на стол. — Как раз собирался отдать вам материалы.

— Тридцать два гигабайта?

— Большую часть занимают результаты вспомогательных вычислений. Программа, управляющая медицинской аппаратурой, должна работать в реальном времени, поэтому я заранее просчитал управление на модели для ключевых участков траектории.

— Так вы создали компьютерную модель физиологии человека? И она предсказывает второе устойчивое состояние? Что ж вы мне голову мистикой-то морочите? Это же научное открытие. Скорее публикуйте результаты, и на черта вам патент! Вы, может, Нобелевку получите.

— Нет, все ровно наоборот: моя модель неплохо предска-

зывает нормальные физиологические процессы. Если вам интересно, Надежда Викторовна, там есть статья на эту тему... Немного увлекся. Спрашиваете, зачем патент? Буду продавать лицензии.

Оригинально. Обычно наши клиенты вешают его в рамочке на стену.

— Хочу получить деньги за что-то хорошее, — сказал Лазарев. — Звучит неромантически, да? Думаете, такую штуку, как бессмертие, человечеству можно только подарить? Я бы с радостью, но не вижу реальной возможности. Знаете, сколько стоит реанимационная аппаратура? Бессмертие будут продавать. А хотите за бесплатно? Нет, правда хотите? Это можно устроить.

— Виталий Афанасьевич, я, в принципе, не против. Думаю, наука уже скоро что-нибудь придумает. Генетика, нанотехнологии...

— Надежда Викторовна, — сказал Лазарев с иронией, — наука уже придумала. Ладно, давайте так: вы изучите материалы и в следующий раз мы поговорим серьезнее.

Идти домой рано — троллейбусы еще не ходят. Преодолев неохоту, я вставила флэшку в компьютер и открыла папку со статьями. Ну почему я не чувствую радостного возбуждения? Ведь это в худшем случае талантливая мистификация, так разве не увлекательно ее разоблачить?

Статьи Лазарева были напечатаны в ведущих мировых журналах по кибернетике. И одну из них я когда-то пыталась читать. Я тогда моделировала одно физическое явление, и мне надо было понизить размерность системы дифференциальных уравнений. Но в той статье проблема была формализована как-то странно. Непривычный угол зрения, и к тому же на английском языке. Короче говоря, я не осилила. Ой, как стыдно.

Проклятая умственная лень! По-своему спасительный инстинкт, не позволяющий растрчивать силы попусту. Ведь невозможно подвергать сомнению все подряд: проверять просто не хватает времени. Самый добросовестный и трудолюбивый исследователь вынужден полагаться на импакт-фактор и индекс цитирования.

Согласно этим цифрам к В.А.Лазареву следует относиться серьезно. Может, зря я отказалась от его предложения? Получить вечную жизнь и к тому же сверхчеловеческую силу... Впрочем, насчет последней Виталий Афанасьевич что-то темнил. Наверно, он имел в виду потенциальные возможности — значит, все равно придется заниматься спортом. Да ну, не буду. Интересно, а умственные способности тоже возрастут, хотя бы потенциально?

Кровь пить не обязательно — выходит, никаких серьезных аргументов «против»... Я схватила печенью и захрустела — так мне лучше думается. Прощайте, печенюшки! Господи, о чем я печалюсь? У меня никогда не будет детей, потому что у вампиров не бывает детей. Или это литературная традиция? Нет, Лазарев тоже говорил что-то в этом роде. Да какая мне разница! Я все равно останусь старой девой.

Придется спать днем и бодрствовать ночью? Отлично! Я сова, мне эти ночные дежурства в бюро на самом деле очень даже нравятся, хоть я не подаю виду и требую сверхурочных, а вот придти в универ к первой паре — сущее мучение. Ой! А как же учеба? Нет, сначала надо окончить университет и аспирантуру.

Будильник в мобильном телефоне пропищал пять. Я бросила флэшку в сумочку и на цыпочках поднялась по лестнице. Женя дремал с конспектом на коленях. Полюбуюсь немного, прежде чем уйти. За окном по-прежнему мрак и ливень. Я пригляделась... Кажется, там кто-то есть! Кто-то стоит на улице за дверью. Я развернула к себе Женин дисплей, чтобы посмотреть через камеру.

— Что? — Женя вскочил, уронив на пол тетрадь. — Надежда

Викторовна, вы уже уходите?

Никто не прячется в темноте. Ну кто там может прятаться? Чудовищ не существует. Поэтому, да, я уже иду.

— Надежда Викторовна, вы без зонтика? Возьмите мой.

Нет, там в темноте кто-то есть. И мне страшно. Женя, пожалуйста, проводи меня до дома! Я столько раз репетировала в мыслях эту сцену, что теперь непременно сфальшивлю.

— Спасибо, у меня куртка с капюшоном. До свидания, Женя. Темная вода омывала нижнюю ступень крыльца, гудела в водостоках. Ничего, надо только завернуть за угол, и там рукой подать до освещенной улицы... Блеснула молния, высветив черную фигуру с зонтом.

Да это же Виталий Афанасьевич! Напугал до полусмерти. Наверно, вспомнил что-то важное, когда уже вышел из бюро. Постеснялся вернуться и стал дожидаться меня на улице. Наши клиенты часто так поступают.

Только зачем он натянул на лицо свою черную вязаную шапочку? Прямо как налетчик. Или это не Виталий Афанасьевич? Я осталась одна. Человек в черном молча шагнул навстречу. Я бросилась назад.

Страшной силы рывок сдернул с меня капюшон, завязки врезались под подбородок, и земля ушла из-под ног. Я повисла в куртке, словно котенок в стянутой к загривку шкурке. Человек в черном повернул меня лицом к себе. Согнул руку, поднес ее поближе, разглядывая сквозь прорези маски холодными, незнакомыми глазами. В другой руке он, как ни в чем не бывало, держал зонт. Вода капала со спицы мне на лицо.

— Молчи и слушайся. Пойдешь со мной.

Он опустил меня на землю и повел, придерживая за капюшон. В подворотне стоял длинный черный автомобиль с тонированными стеклами. Похититель втолкнул меня на заднее сиденье, так что я больно ударила локтем о противоположную дверь, и сел рядом. Сгреб на лоб черную шапочку, открыв узкое, костистое, злое лицо. Скомандовал:

— Руки перед собой.

Я покорно вытянула руки. Меня охватило безразличие. Сидела, как истукан, и даже почти не боялась. Через кресло перегнулся водитель и стянул скотчем мои запястья. Он был в черной водолазке и черной шапочке. Бледное рыхлое лицо, обиженно опущенный угол рта. И черный фингал.

Злой вытряхнул на сиденье содержимое моей сумочки и принялся рыться в вещах. Костяшки пальцев у него были сбиты.

— Бумаг нет, — сказал он недовольно. — Ни у Лазарева, ни у девчонки.

— Учитель, — почтительно произнес Обиженный, — давайте посмотрим в офисе.

Злой раздраженно швырнул на пол мое зеркальце.

— Там охранник! Пока я буду ломать дверь, он вызовет милицию.

Обиженный повернулся ко мне, презрительно окликнул:

— Эй, ты! Кто еще в офисе, кроме охранника?

— Н-никого...

— А неплохой расклад, учитель! Выманю охранника на улицу, отберем ключи, тихо войдем и возьмем бумаги. Пусть девчонка позвонит ему и скажет... гм... что шла через подворотню, подвернула ногу и ей нужна помощь.

— Вздор! — хмыкнул Злой. — Как она позвонит, если упала и не может встать?

— Что не так, учитель? — забеспокоился Обиженный. — А! Она позвонит по беспроводному телефону. У нее наверняка есть. У тебя ведь есть мобильник? Отвечай!

— Да, да.

— Хорошо, — решил Злой. — Ты! Бери телефон и набирай номер.

— Дайте лучше я, учитель. А то ей неудобно. — Он выхватил мобильник из моих стянутых скотчем рук.



ФАНТАСТИКА

— Диктуй номер, — приказал Злой.

— А не надо, — сказал Обиженный, бойко нажимая на кнопки, — он записан внутри телефона. Заодно обойдемся без сюрпризов...

— Не стоит волноваться, ученик, — процедил Злой. — Если она попробует что-нибудь выкинуть, я ей голову откручу. — Он схватил меня пальцами за подбородок и медленно повертел голову из стороны в сторону. — Вот так, только очень быстро, поняла!

Обиженный приложил трубку к моему уху и скороговоркой напомнил:

— Поскользнулась в подворотне, болит нога, помогите, пожалуйста.

— Патентное бюро «Золотое колесо», — раздался Женин голос.

— Женя...

— Надежда Викторовна? С вами все в порядке? Пальцы на подбородке напряглись.

— Да! — поспешно сказала я. — То есть нет. Не совсем. Женя, помогите, я в подворотне, я... Я подвернула ногу. Простите меня...

— Надежда Викторовна, я сейчас! Только дверь запру и приду. Обиженный нажал отбой и победно улыбнулся.

— Ладно, — кивнул Злой как бы еще в сомнениях. — Следи за девчонкой, а я пойду встречу охранника.

Господи, что я наделала? Натравила на Женю это чудовище! А если Женю убьют?

— Стойте! — закричала я. — Документы не в офисе!

Злой схватил меня за воротник и потянул к себе. Я выставила вперед связанные руки — они согнулись, как пластилиновые.

— Интересно, а где же? — прорычал он мне в лицо. У него были золотые коронки в виде вампирских клыков.

— На флэшке. Лазарев дал мне флэшку.

— Учитель, учитель! — торопливо сказал Обиженный. — Это может быть правдой. Флэшка — это в его стиле.

— Очередная современная штуковина? — с отвращением предположил Злой. Встряхнул меня и указал на сиденье, где валялись вывернутые из сумочки вещицы: — Ну? Которая тут флэшка?

— Вот эта. Маленькая, черная. Смотрите! — выпалила я. И выпустила ему в лицо струю из газового баллончика.

Он взвыл, зажмурился, отшатнулся. Вскинул руки к лицу и упал на пол, скорчившись и нагсадно кашляя. Лицо покрылось красными пятнами, руки раздулись, как резиновые перчатки. У меня запершило в носу, в горле, по щекам покатались слезы. Надо было заранее закрыть глаза и задержать дыхание, но я боялась, что вампир что-то заподозрит и успеет среагировать.

Я почти ослепла от слез, но, не отпуская кнопки, наугад навела баллончик на водителя. Он ударил меня — тоже вслепую, вскользь. Баллончик вылетел и упал на пол. Кашляя и заливаясь слезами, водитель нажал на кнопку, чтобы опустилось стекло. Я дернула ручку двери — тщетно. Он схватил меня за плечо, за волосы, нащупал горло и сдавил обеими руками. Из окна потянуло сырой свежестью, но я никак не могла вдохнуть.

Синяя молния с треском разорвала застилающую глаза темноту. Вампир закричал, задергался и разжал пальцы. Женя еще раз ткнул в него шокером, распахнул дверь, подхватил меня на руки и бережно вынес из машины.

— Надя! Что с тобой?

— Помоги освободить руки! — просипела я. — А этих нужно связать, пока не пришли в себя. Скорее!

Я схватила с полки для перчаток скотч, сунула его Жене. Выдернула ключи из замка зажигания и кинулась к багажнику. Лазарев лежал там — обмотанный скотчем, как мумия. С черным мусорным мешком на голове. Безнадежно... Бедный Виталий Афанасьевич!

Или это не Виталий Афанасьевич? Я разорвала мешок. Разбитое лицо под коркой засохшей крови было едва узнаваемо. Я заплакала.

И вдруг его веки дрогнули. Он вздохнул и закашлялся, сплевывая кровь. Мы с Женей вытащили его и усадили на кресло в салоне машины. Пока я вспарывала скотч ключом, Женя достал мобильник и набрал номер.

— Не звоните в милицию, — опередил Лазарев.

— Почему?

— Будут неприятности. У всех.

— Вы бандиты, да? — Женя взглянул с враждебным любопытством, но дал отбой. — Ладно. Уезжайте и никогда здесь не появляйтесь.

— Женя, не надо так! Виталий Афанасьевич ни при чем.

— Надежда Викторовна, — вздохнул Лазарев, — я виноват. Подверг вас опасности. Но я это исправлю.

— Что вы задумали?

— Позабочусь, чтобы эти двое вас больше не потревожили. Снова такой взгляд, что холодок по коже.

— Как вы можете? — воскликнула я. — Не делайте этого, ведь...

Аргументы в защиту моих обидчиков не шли на ум. Меня трясло от злости и запоздалого страха. Сама бы их убила — за то, что они со мной делали и угрожали сделать. Но не попустительствовать же расправе!.. Наконец сказала:

— Один из них — ваш знакомый.

— Этот? Он — доброволец для опытов, нашелся по Интернету. Откликнулся на объявление «Обращу в вампира».

— Меня обманули! — раздался обиженный голос с заднего сиденья. — Обещали суперсилу. И где?

— Надо было заниматься спортом, — отрезал Лазарев. — Надежда Викторовна, они не оставят вас в покое. Они же считают себя избранными. А если мы доведем дело до конца, они станут как все. Их не переубедить и не смягчить всепрощением. Единственный выход... ну, вы поняли.

— Тогда... превратите их в людей!

— В людей?

— Ну да. Переход ведь обратим?

— Черт возьми, — ошеломленно пробормотал Лазарев. — Перевести организм обратно в основное состояние? На первый взгляд теоретически ничего невозможного. — И он погрузился в размышления.

— Надя, не слушай этих бандитов, — сказал Женя. — И не бойся ничего. Я буду тебя защищать.

Мы шли по пустынным улицам. Женя, сверкая глазами, в пятый раз рассказывал, как он спас меня от вампиров. Мимо проезжали освещенные изнутри троллейбусы и сердито хлопали дверями на остановках.





Московский Дом Книги

СЕТЬ МАГАЗИНОВ



КНИГИ

Джеймс Уотсон

Избегайте занудства. Уроки жизни, прожитой в науке
М.: Corpus, 2010



Джеймс Уотсон знаменит тем, что в 1953 вместе с Фрэнсисом Криком открыл структуру ДНК, за что получил Нобелевскую премию. Позднее Уотсон стал первым директором Национального центра исследований человеческого генома (США) и возглавил знаменитый проект «Геном человека». В автобиографической книге Уотсон пишет о своем открытии, о том, как функционирует американская наука, о тех уроках, которые он смог извлечь из собственного жизненного опыта, а также из наблюдений за другими. Книга Уотсона не просто увлекательна, но и очень полезна: «Избегайте занудства» — это и мемуары великого ученого, и своего рода пособие для начинающих. Рассказывая о своем жизненном пути, автор дает читателю дельные советы, как добиться успеха в науке и, возможно, однажды самому совершить выдающееся открытие.

Л.Титце, Г.Браше, К.Герике

Домино-реакции
в органическом синтезе
М.: Бинوم, 2010



Книга, написанная известным немецким ученым и его учениками, посвящена одному из наиболее современных направлений в синтетической органической химии — домино-реакциям, которые позволяют синтезировать сложные по структуре соединения, включая природные, с минимальным числом стадий и исходных реагентов. Материал книги четко структурирован, классификация домино-процессов основана на механизмах составляющих их реакций. Изложение материала иллюстрируется наглядными схемами. Книга содержит обширную библиографию.

Дженис Ванклев

Большая книга научных опытов
для маленьких детей
М.: АСТ, 2010



Великолепный сборник простых и безопасных, но крайне интересных и познавательных экспериментов, заданий и забавных фактов приглашает читателей в мир астрономии, биологии, химии, географии и физики. Все задания снабжены четкими пошаговыми инструкциями и объяснениями.

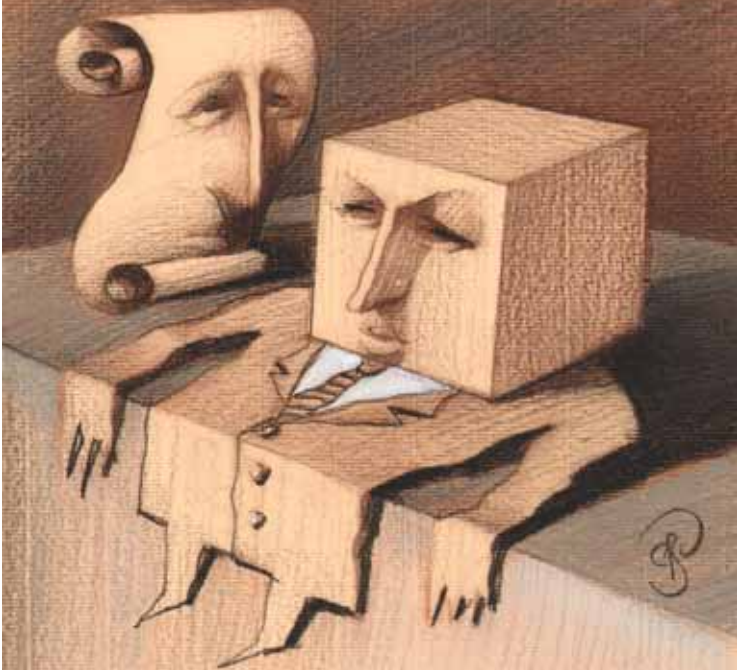
Станислав Уманский

Теория элементарных
химических реакций
М: ИД «Интеллект», 2009



Первая за многие годы монография на русском языке, посвященная теории элементарного акта химического превращения. Основные физические представления изложены на примере реакций в газе. Подобная информация будет полезной при рассмотрении процессов в конденсированных средах и на границах раздела фаз. Многие особенности самого акта химического превращения в газе и в конденсированной среде одинаковы, однако в первом случае они выступают в чистом виде, не осложненные проблемой взаимодействия реакционного центра со средой. Основной текст дополнен приложениями, посвященными общим вопросам, таким как единицы измерения, квантовомеханическая теория возмущений, основные понятия химической термодинамики. Для понимания книги достаточно знать основы классической и квантовой механики и статистической физики в объеме университетского курса.

**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 С. Дергачев

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Чепуха, зато бесплатно

Легко ли заставить людей платить за то, что они привыкли получать даром? Практически невозможно, особенно если речь идет об информации, выложенной в Сети. К такому выводу пришли исследователи Центра цифрового будущего при университете Южной Калифорнии (агентство «NewsWise», 22 июля 2010, http://www.digitalcenter.org/pdf/2010_digital_future_final_release.pdf), которые провели очередной опрос пользователей Интернета. Ключевой вопрос был таким: станут ли они платить за доступ к службе коротких блогов — Твиттеру. Ответ был абсолютно отрицательным: ни один (!) из опрошенных не выразил такого желания.

Сам Твиттер, впрочем, платы брать не собирается — у него есть другие источники финансирования, в том числе реклама. Про нее организаторы опроса не забыли: как оказалось, она раздражает 77% пользователей, однако 55% считают, что лучше жить с рекламой, чем потерять источник свободной информации. «У пользователя есть три способа получить информацию — украсть ее, заплатить самому или смириться с тем, что за нее платит кто-то другой», — поясняет директор центра Джеффри Коул.

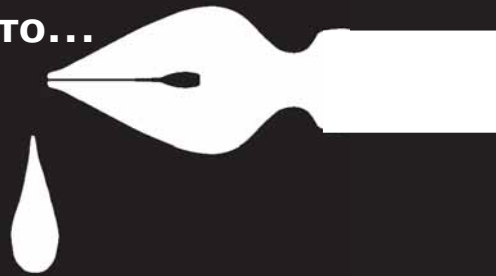
А вот печатные СМИ американцам не нужны: всего 56% считают их источником информации, причем 18% отказались в 2010 году от подписки. Это немного меньше 22% за 2008 год, но тенденция налицо. Вдобавок 59% уверены, что если любимая газета закроется, то они будут читать ее интернет-версию (на чем основана уверенность, что эта версия сохранится, авторы опроса не поясняют), а 39% в этом случае все-таки пойдут в киоск за другим печатным изданием.

Много ли выиграли американцы, перейдя с платной печатной информации на бесплатную сетевую? Как оказалось, вовсе нет: недовольство качеством свободной информации растет. Так, сейчас доля людей, считающих, что лишь малая часть информации в Сети надежна, достигла 14%, а 61% думает, что верить можно хотя бы половине такой информации. Более того, 12% не доверяют поисковым системам, а 36% верят им лишь наполовину. В целом доверие к Интернету скатилось до 46%.

«Казалось бы, с многочисленными цифровыми устройствами люди должны сильнее привязаться к Интернету, однако мы фиксируем падение доверия к информации из Сети и необъяснимые выпадения из сетевой активности целых возрастных групп. Видимо, в обществе случилось цифровое переполнение», — делает вывод директор центра Джеффри Коул.

С.Анофелес

Пишут, что...



...к 2008 году было открыто более 500 небесных тел размером 1 км и выше, сближающихся с Землей («Земля и Вселенная», 2010, № 3, с.25—37)...

...одноклеточная зеленая водоросль живет внутри клеток эмбрионов пятнистой амбистомы, и это первый пример такого тесного симбиоза между фотосинтезирующим организмом и позвоночным животным («Nature», 2010, т. 466, № 7307, с. 675)...

...пересадка мышам генно-модифицированных кроветворных клеток человека сделала их устойчивыми к ВИЧ («Nature Biotechnology», 2010, № 8, с.807—810)...

...закапывание в нос раствора антител к глутамату восстанавливает способность к обучению у крыс с экспериментально вызванной болезнью Альцгеймера («Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 2010, № 7, с.28—30)...

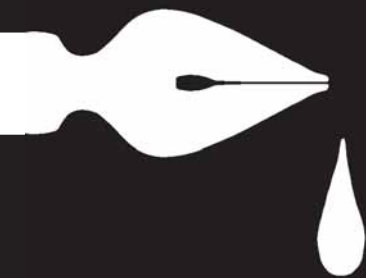
...риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний повышен у одиноких, вдовых и состоящих в разводе мужчин, но не зависит от брачного статуса у женщин («Кардиология», 2010, № 7, с.43—48)...

...исследования на 2400 добровольцах в США показали, что уровень триклозана, антибактериального компонента мыла и зубных паст, в их моче возрос с 13 мкг/л в 2003—2004 годах до 18,5 мкг/л в 2005—2006 годах («New Scientist», 2010, № 2773, с.6—7)...

...торфяные болота уменьшают количество загрязнений в проходящих через них водах и тем самым очищают реки («Сибирский экологический журнал», 2010, № 3, с.379—388)...

...в последние семь лет на территории России быстро увеличивается численность диких кабанов («Ветеринария», 2010, № 7, с.28—31)...

...паразитические рачки снижают агрессивность лососевых рыб, побуждая



их собираться в стаи, что способствует лучшему размножению паразита («Доклады Академии наук», 2010, т.432, № 6, с.842—844)...

...генно-модифицированная кишечная палочка синтезирует паутиновый белок, который способен образовывать прочные нити («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2010, т. 107, № 32, с. 14059—14063)...

...скорость укладки белка в трехмерную структуру не зависит от числа стадий сворачивания, а длинные белки могут укладываться быстрее коротких («Биохимия», 2010, т.75, № 6, с.807—818)...

...в сахалинском заливе Анива поймали белую акулу длиной в пять метров; ученые связывают миграцию этого вида на север с повышением температуры воды («Вопросы ихтиологии», 2010, т.50, № 3, с.417—421)...

...ландшафты степного пояса Северной Евразии образовались в результате воздействия на них кочевых народов («Известия РАН. Серия географическая», 2010, № 3, с.124—130)...

...на вопрос «Бывает ли у вас ощущение, что вы никому не нужны?» ответили утвердительно 41% опрошенных в малых городах, 33% — в средних, 23% — в региональных центрах, 16% — в Санкт-Петербурге, 25% — в Москве («Вестник Московского университета», серия 5 (география), 2010, № 2, с.58—64)...

...высокие технические характеристики танка Т-34 обеспечивал в том числе двигатель из легкого сплава — цинковистого силумина («Вопросы истории естествознания и техники», 2010, № 2, с.3—29)...

...экспериментально исследован процесс нанесения покрытий на таблетки («Химико-фармацевтический журнал», 2010, т.44, № 6, с.38—42)...



Художник Н.Коллакова

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Думай головой, а не сердцем

Когда человек не особенно задумывается над какой-то проблемой, он довольствуется мнением окружающих или авторитетных персонажей. Этот эффект толпы давно известен. Ричард Петти из университета Огайо, а также Пабло Бриньоль и Хавьер Оркаго из Мадридского университета решили изменить условия задачи и посмотреть, что будет с эффектом, если человек сначала подумает, а потом уж узнает мнение большинства (агентство «NewsWise», 2 августа 2010).

Для этого они отобрали студентов-дипломников из Мадрида и предложили им составить мнение о возможной компании-работодателе. Половине сказали, что это хорошая компания, потому что ее служащим нравится гибкий график работы а для другой половины аргументом в пользу компании стало симпатичное изображение ее логотипа. Участники эксперимента проявили здравомыслие: второй аргумент вызвал у них лишь негативные эмоции. Затем студентов перемешали и одной половине сказали, что 86% их коллег считают эту компанию прекрасным местом для работы, а другой — что только 14%, и попросили еще раз оценить качество компании. Если бы эффект толпы сработал, то здравомыслие должно было исчезнуть, а нет: участники эксперимента, вопреки сообщенному им мнению коллег, еще сильнее укрепились во мнении, что красивый логотип — невеликое достоинство.

«Из нашей работы следует, что, решая серьезные проблемы, человек должен сначала подумать сам, а потом уж выслушать мнение окружающих», — говорит Ричард Петти. Эта мысль на первый взгляд не кажется свежей и оригинальной, как и то, что не надо судить о компании по логотипу. Однако действительность показывает, что напомнить об этом не вредно. Слишком часто наши современники уподобляются миссис Бауэлс из повести Рэя Брэдбери «451 градус по Фаренгейту»: «Конечно, большинство голосовало за Уинстона Нобля. Даже их имена сыграли тут роль. Сравните: Уинстон Нобль и Хьюберт Хауг — и ответ вам сразу станет ясен».

А.Мотыляев



Чугун: от «чушки» до кружева

О.В. ЧЕРНОВУ, Санкт-Петербург: По мнению специалистов, светодиодные лампы в ближайшее время не получат распространения в быту из-за малой светоотдачи, так что проблему утилизации энергосберегающих ламп, о которой мы писали в июльском номере, все равно придется решать.

А.Д. КУДРИНУ, Владивосток: Сервис «Коды загрязняющих веществ», с указанием класса опасности, ПДК и проч., теперь есть на сайте <http://www.xutuk.ru/>.

М.В. ОЛЬШАНСКОЙ, Москва: Определение нуклеотидной последовательности ДНК или РНК порусски будет «секвенирование», но этот процесс, а также полученную последовательность можно называть и «сиквенс» — английское слово произносится именно так.

Т.П. СЕРГЕЕВОЙ, Тверь: Календарь пыления, то есть присутствия пыльцы в воздухе, вы найдете на ботаническом сервере МГУ (<http://herba.msu.ru/russian/palinology/calendar.htm>); в августе — сентябре «пылят» хорошо известные аллергикам амброзия, крапива, лебеда.

С.Н. ДОЛМАТОВУ, Москва: Бальзамический уксус — не просто ароматизированный, а произведенный из виноградного сула и выдержанный в специальных бочках; очевидно, поэтому в наших широтах он в дефиците.

Л.А. ПЕЧКО, Кемерово: Сорбит (сорбитол), многоатомный спирт, используемый как подсластитель, менее сладок, чем сахар, и менее калориен в расчете на грамм; когда пишут, что сорбит по калорийности почти равен сахару, имеют в виду «при том же вкусе», но «сорбитол калорийнее сахара» — это у коллег с www.newchemistry.ru какое-то недоразумение.

В.В. УСТЮЖНОЙ, Челябинск: Английское лакомство lemon curd — по-русски не «лимонный джем», а скорее «крем»; кроме лимона и сахара, он содержит сливочное масло и яйца.

Светлане ОРЛОВОЙ, электронная почта: Спасибо, теперь будем знать, что прозрачные средства от загара тоже могут содержать диоксид титана — хотя он и белый, но в виде маленьких частиц раствор не мутнит.

Кто знает, как развивалось бы человечество, если бы железо встречалось в самородном виде, подобно меди или золоту. Чистое железо было в буквальном смысле подарком небес: метеориты, падающие на Землю из космоса, содержат до 90% железа. Поэтому греки называли его «сидерос» — звездный металл, египтяне — «бенипет», небесный. Чистое железо — блестящий серебристого цвета металл, мягкий, пластичный, подходящий для механической обработки. Но в таком виде оно практически не используется, так как на воздухе в присутствии влаги железо ржавеет. Оно покрывается рыхлой рыже-коричневой ржавчиной — в старину ее называли рыжей чумой — и медленно, но неотвратимо разрушается.

Другое дело — сплавы на основе железа: чугуны и стали. Из них изготавливают более 90% металлических конструкционных материалов, деталей машин и механизмов, производимых современной мировой промышленностью.

Получать железо из руды человек научился к концу второго тысячелетия до н. э. Руду с древесным углем плавляли сначала на кострах, потом в специальных печах. В них с помощью мехов, сшитых из шкур животных, или деревянных поршневых насосов закачивали воздух, необходимый для поддержания горения. На Руси такие печи называли домницами (от древнерусского слова, означающего «дуть»). Горящий уголь нагревал руду. Железо частично восстанавливалось из оксидов, в виде которых оно находится в рудах и минералах. Окислы рудных примесей плавились и образовывали жидкие шлаки. На дне печи получалась лепешка металла, пропитанная шлаками. Ее называли крицей. Горячую крицу несколько раз проковывали. В результате получалась железная заготовка-поковка с незначительными примесями углерода (около 1%), серы, фосфора. Сплав такого состава теперь называется сталью.

Часто крица оказывалась хрупкой, не поддающейся ковке. Причина тому — повышенное содержание углерода, более 2%. Ее считали браком и пренебрежительно называли чушкой. Может быть, отсюда и образовалось название высокоуглеродистого железного сплава — чугун.

Так и оставался чугун технологической ошибкой, пока кто-то не попробовал плавить его вторично. Чушки вместе со старыми ржавыми поковками укладывали на горящий уголь, металл плавился, стекал в низ печи. В результате выжигался лишний углерод и получалась крица, пригодная дляковки. Этот процесс называется кричным переделом. И по сей день передел чугуна — один из основных способов получения стали.

В наше время чугун выплавляют в домнах — огромных печах-башнях высотой с десятиэтажный дом. В домну слоями загружается шихта — смесь высококачественного угля — кокса, измельченной железной руды и флюсов, то есть веществ, расплавляющих тугоплавкие оксиды рудных примесей. Восстановление железа идет так: $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$, $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} = 3\text{FeO} + \text{CO}_2$, $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$. Одновременно образуются карбиды железа: $3\text{Fe} + 2\text{CO} = \text{Fe}_3\text{C} + \text{CO}_2$, $3\text{Fe} + \text{C} = \text{Fe}_3\text{C}$. Из оксидов рудных примесей восстанавливаются и другие элементы: марганец, кремний, фосфор. Флюсы, например известняк CaCO_3 или доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, при плавлении образуют с примесями легкие шлаки. Они всплывают на поверхности жидкого чугуна и легко отделяются от него.

Доменные печи работают непрерывно. Расплавленное железо стекает вниз, проходит через слой раскаленного кокса, насыщается углеродом и превращается в чугун. Выпускают готовый чугун горновые — так называют рабочих у горна, нижней части печи. В нужный момент вынимают керамическую заглушку и... Небывало яркий, искрящийся, шипящий поток металла, вырвавшись на свободу, водопадом льется в огромные ковши. Затем отверстие снова закрывают, и начинается новая плавка. Чугун, который идет на выплавку стали — а это примерно 80%, — называется пердельным, или белым. Тот, которому уготована самостоятельная жизнь, — серым, или литейным.

Чугун — материал твердый, но хрупкий, раскалывается при ударах. Его нельзя ковать. При затвердении он не сжимается, как другие металлические сплавы, а расширяется. Поэтому чугун — непревзойденный материал



МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

для литья, в том числе художественного. Пластичный, он легко заполняет собой любую, сколь угодно сложную форму.

Неповторим «ограда узор чугунный» Петербурга, воспетый А.С. Пушкиным. Легкая, кружевная решетка Летнего сада, ажурная, почти воздушная ограда Шереметьевского дворца, в которую вписаны изящные колокольчики, строгие узорчатые ворота Русского музея с парящими листьями лавра — это шедевры чугунного литья.

Во всем мире известно каслинское литье. Работы мастеров из небольшого уральского городка Касли — мебель, статуэтки, скульптуры, решетки — называют

«музыкой застывшего металла». Начало было положено купцом Яковом Коробковым, который в 1747 году основал завод по производству сначала железа, а потом фигурного литья из чугуна. Международное признание каслинцы получили в 1900 году на Всемирной выставке в Париже. Высшей наградой удостоился центральный экспонат России — отлитый из чугуна павильон в виде великолепного шатра, увенчанного короной. Стены были образованы сквозным орнаментом с изображением персонажей русских сказаний, былин и легенд, фантастических драконов, вещей птиц, небывалых растений и трав. Парижане,

покоренные необыкновенной красотой, просили на память кусочки чудо-металла — чугуна. Сейчас этот павильон — украшение музея изобразительных искусств Екатеринбурга.

В технике использование чугуна обусловлено его относительной дешевизной и хорошей демпфирующей способностью — свойством гасить вибрации и рассеивать колебания при значительных переменных нагрузках. Из него изготавливают станины, коленчатые и распределительные валы, зубчатые колеса, цилиндры двигателей внутреннего сгорания.

М. Демина

При поддержке Российской академии наук, Правительства Москвы и
Федерального агентства по информационным технологиям

Двадцать первая ежегодная выставка
информационных и коммуникационных технологий

26 - 29
ОКТАБРЯ
2010

SoftTool



www.softtool.ru
регистрация специалистов



Третья ежегодная выставка

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

Национальный форум

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО, ЭЛЕКТРОННОЕ ГОСУДАРСТВО, ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО



ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ»

Технологии управления • Технологии безопасности • Свободное ПО • Документооборот • Технологии образования



Организатор
(495)624-7072
www.softtool.ru



ОТКРЫТЫЕ
СИСТЕМЫ

cnews

softline

МОСКВА • ВВЦ • ПАВИЛЬОН 69

ISSN 1727-5903



9 771727 590006 >