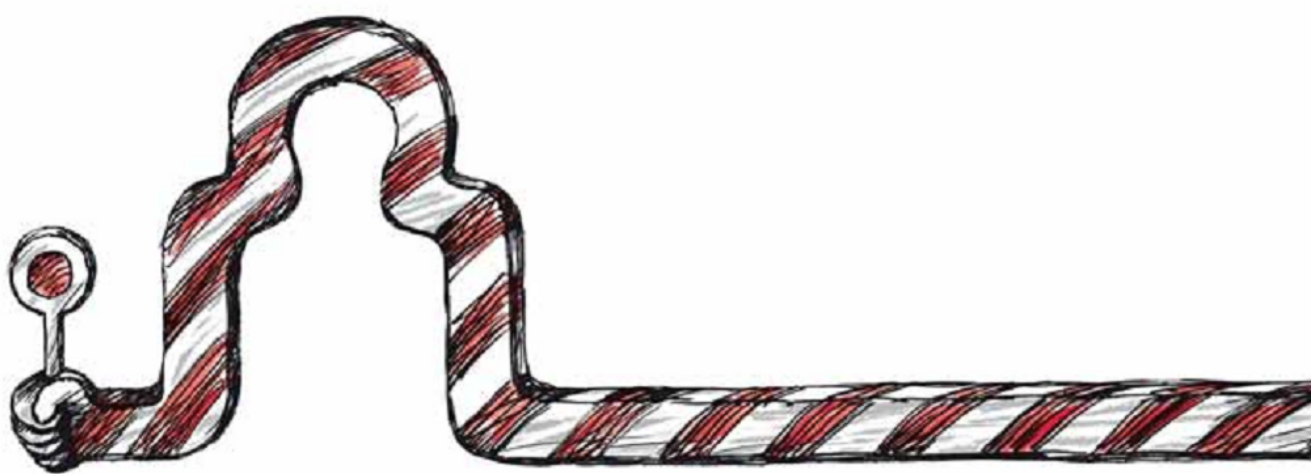




Ж

2
2011

ЖИЗНЬ И ВИШНИ







Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 г., рег.№ 014823

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:
Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е.В.Клещенко
Главный художник
А.В.Астрин

Редакторы и обозреватели
Б.А.Альшулер,
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 9.2.2011

Адрес редакции
105005 Москва, Лефортовский пер. 8
Телефон для справок:
8 (499) 267-54-18
e-mail: redaktor@hij.ru
<http://www.hij.ru>

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

© АХО Центр «НаукаПресс»



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина «Февраль» из «Роскошного
месяцеслова герцога Беррийского».
Весеннее тепло (впрочем, как и тепло
всех других времен года) дарит Земле
наше светило. О том, каким можно
увидеть его из космоса, читайте
в статье «Бурная жизнь Солнца».*

*Многие люди страстно желают
бессмертия, однако не знают,
чем заняться в дождливый
воскресный день.*

Сьюзен Эртиц

Содержание

Проблемы и методы науки	
ЛЕЧЕНИЕ КЛЕТКАМИ. А.Г.Коноплянников.....	2
Научный комментатор	
ПЕРЕПРОГРАММИРОВАННЫЕ КЛЕТКИ. В.Благутина.....	7
Проблемы и методы науки	
БУРНАЯ ЖИЗНЬ СОЛНЦА. А.А.Гурьянов.....	10
Вещи и вещества	
ХИМИЯ ПЛАМЕНИ. И.А.Леенсон.....	15
Научный комментатор	
ГОРОДА И ГЕНЫ. Н.Резник.....	18
Проблемы и методы науки	
ИЗМЕРЕНИЕ РОСТА. Е.З.Година.....	20
Расследование	
РЕКЛАМА И РЕБЕНОК: ВЗРОСЛЫЕ ПРОБЛЕМЫ. А.А.Левицкая.....	26
Нанофантастика	
КОЕ-ЧТО О СВОЙСТВАХ МУСОРА. Сергей Звонарев.....	31
Проблемы и методы науки	
АСПИРИН И ЕГО СУЩНОСТЬ. А.С.Садовский.....	32
Гипотезы	
АСПИРИН ПРОТИВ РАКА? С.Анофелес.....	36
Земля и ее обитатели	
БЕЛЫЕ АКУЛЫ СРЕДИЗЕМНОГО МОРЯ. Н.Резник.....	38
Криминальная химия	
МЫШЬ, МЫШЬЯК И КАЛЛЕ-СЫЩИК. Е.Стрельникова.....	42
Расследование	
ДАЙТЕ ФЕЛИСЕ РАБОТУ. Е.Клещенко.....	47
Размышления	
ЧТО БЫВАЕТ АЛЬТЕРНАТИВНЫМ? Л. Хатуль.....	48
Наша книжная полка	
ЗНАКОМЫЕ ВСЁ ЛИЦА! Е.Лясота.....	52
Что мы едим	
СОЯ. Н.Ручкина.....	54
Фантастика	
УСТАРЕВШАЯ МОДЕЛЬ, ОДНА ШТУКА. Майк Гелприн.....	56
Материалы нашего мира	
...И ХРУСТ БУМАЖНЫХ ДЕНЕГ. М.Демина.....	64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	8	ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ	61
ВОПРОСЫ–ОТВЕТЫ	40	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	41, 53	ПИШУТ, ЧТО...	62
КНИГИ	60	ПЕРЕПИСКА	64

Лечение клетками

Доктор биологических наук

А.Г. Конопляников

ФГБУ Медицинский радиологический научный центр
Минздравсоцразвития РФ

Клеточная терапия, которая, как считают многие ученые, произведет революцию в медицине, — это лечение различных заболеваний с помощью стволовых клеток. (Не следует путать клеточную терапию и так называемое омоложение — последнее имеет отношение скорее к бизнесу, чем к науке, поскольку сегодня нет строгих научных доказательств того, что трансплантация стволовых клеток может достоверно увеличить продолжительность жизни человека или лабораторных животных.) Пока идут споры об опасности и этичности этого вида лечения, ученые потихоньку продвигаются вперед и накапливают опыт клинических исследований. В этой статье речь пойдет только о тех работах, результаты которых были опубликованы в биологических и медицинских научных журналах, то есть о «серьезной науке».

Какие они бывают

Сначала уточним, о каких стволовых клетках идет речь и какие из них можно найти во взрослом организме (см. схему). Стволовые клетки взрослого организма (по-английски adult stem cells) — это особые клетки, которые содержатся в различных тканях и обеспечивают постоянное их обновление в продолжение всей жизни. Например, кроветворные ткани, такие, как красный костный мозг, содержат гемопоэтические стволовые клетки (ГСК), из которых получают новые эритроциты, лейкоциты, тромбоциты и другие компоненты крови. Подобным же образом, с помощью такого же типа тканевых региональных (или резидентных) стволовых клеток, в течение всей жизни человека обновляются эпителий кишечника (его зрелые функциональные клетки живут всего несколько дней), кожный эпителий и другие виды эпителиев.

Для всех стволовых клеток взрослого организма характерно несимметричное деление, при котором одна из двух образовавшихся клеток остается стволовой, а другая начинает «дифференцировочную карьеру» — делится еще несколько раз, постепенно превращаясь в клетку определенного вида. Надо отметить, что во взрослом организме стволовых клеток такого типа немного, всего 0,1—1% или даже менее от всех клеток обновляющейся системы. Но они обладают уникальным свойством — мультипотентностью, то есть дают начало нескольким типам клеток данной ткани. Правда, есть и одно исключение: стволовые клетки сперматогенного эпителиа, содержащиеся в семенниках, производят только один тип клеток, которые превращаются в зрелые сперматозоиды.

Стволовые клетки взрослого организма участвуют не только в обычной физиологической регенерации, но и в «аварийной» — исправляют повреждения. Так, после сильного облучения, которое разрушает кроветворную систему и резко уменьшает в ней число жизнеспособных клеток (в

том числе и гемопоэтических стволовых), выжившие стволовые клетки временно перестают делиться несимметрично и сначала просто увеличивают размеры своего «пула» («симметричное» деление). Затем они возвращаются к несимметричному делению.

Гемопоэтические клетки начали пересаживать человеку примерно 40 лет назад. Это бывает необходимо после радиационной аварии или при лечении лейкозов (рак крови) — когда противораковые препараты убивают не только злокачественные клетки, но и гемопоэтические. При этом проявляется еще одно полезное свойство ГСК — они могут циркулировать в крови и заселять особенно сильно поврежденные участки кроветворной ткани (у человека или животных во многих костях есть костный мозг, который может быть поражен в разной степени; кроме того, ГСК есть в селезенке и в некоторых других тканях). Гемопоэтические клетки «мигрируют» таким же образом и в здоровом организме, но в переселении участвует лишь малая их доля — менее 1%.

Перемещаться в поврежденном организме способны и стволовые клетки других типов. Доказано, что при сильном облучении кишечника выжившие стволовые клетки переползают из одной крипты (углубления кишечного эпителиа) в соседнюю, где клетки были убиты, и заполняют ее. В заживлении кожных ран также принимают участие стволовые клетки эпителиа кожи, которые мигрируют в зону повреждения.

В последние годы стало ясно, что в «аварийном» восстановлении всех тканей и органов активно участвуют два типа стволовых клеток: резидентные (или региональные) и мезенхимальные (МСК). Резидентные — потомки так называемых плюрипотентных эмбриональных клеток. Эмбриональные — это клетки-универсалы, поскольку они могут образовывать любые типы стволовых клеток и при развитии эмбриона из них формируются все органы и ткани будущего организма. После того как органы и ткани у эмбриона сформировались, в них остается не так много резидентных стволовых клеток, но и после рождения ребенка они присутствуют практически во всех тканях и органах. Резидентные стволовые клетки участвуют как в медленной физиологической регенерации, так и в «аварийном» восстановлении при болезнях и травмах.

Сегодня эмбриональные стволовые клетки умеют уже выращивать даже из нестволовых клеток взрослого организма в клеточных культурах *in vitro*, вводя в них так называемые гены «стволовости», а также получать их культуральные аналоги (их называют индуцированными плюрипотентными клетками, iPC). Однако эмбриональные клетки и их аналоги пока не научились использовать в лечебных целях, поскольку экспериментально доказано, что в некоторых ситуациях они могут запустить процесс образования опухоли, а надежно управлять этим современная наука пока не умеет.

Во взрослом организме есть еще один тип стволовых клеток — мезенхимальные. Они-то и интересуют больше всего наших и зарубежных ученых как «золотой стандарт» для клеточной терапии. Подобно гемопоэтическим, они содержатся главным образом в костном мозге, но присутствуют также в жировой ткани, пульпе зуба, оболочке глаза и других тканях.



Стволовые клетки по их способности дифференцироваться



Классификация стволовых клеток по их происхождению

Мезенхимальные стволовые клетки открыл в 1968 году наш выдающийся ученый Александр Яковлевич Фриденштейн. Небольшое количество мезенхимальных стволовых клеток (как и гемопоэтических) циркулирует в крови взрослого организма. Известно, что их становится больше, когда повреждаются органы и ткани, и что циркулирующие клетки задерживаются именно в местах «поломок». Сигналом к прикреплению для них служит избыточное количество провоспалительных цитокинов. Там, где их много, скапливается больше МСК, чем на неповрежденных участках, и они, «прилипнув» к стенке сосудов, затем попадают в поврежденную ткань и запускают «аварийную» регенерацию.

В своих работах А.Я.Фриденштейн (это потом подтвердили и его последователи в разных странах) установил, что мезенхимальные стволовые клетки обеспечивают в костном мозге своеобразное «микроокружение» для ГСК и их клеточного потомства. Кроме того, мезенхимальные стволовые клетки могут *in vivo* и *in vitro* давать начало самым различным клеточным линиям, из которых потом могут формироваться ткани костей и хрящей, жировая ткань, мышцы (в том числе мышца сердца), нервные клетки и клетки нервной стромы и т. д. Такое свойство стволовых клеток взрослого организма называется «феноменом пластичности», и с этой точки зрения мезенхимальные клетки — самые «пластичные». Этим



МСК напоминают эмбриональные стволовые клетки, но при использовании первых нет серьезной опасности канцерогенного перерождения.

У МСК есть еще одно уникальное свойство: культуры этих клеток, выращенные из донорского костного мозга или других источников, можно пересаживать без риска отторжения или развития тяжелых иммунологических конфликтов самым различным пациентам (поскольку у МСК отсутствует главный комплекс гистосовместимости II класса, а также они обладают иммуносупрессивными свойствами). Это отличает их от гемопоэтических стволовых клеток, которые, как уже говорилось, более 40 лет пересаживают больным с разными заболеваниями. Но для пересадки подходят только собственные гемопоэтические клетки пациента или те, которые минимально от них отличаются, а это резко ограничивает их клиническое применение и требует большого обновляемого банка доноров. Сейчас в некоторых зарубежных клиниках при пересадке донорских ГСК, подобранных по специальным параметрам, не только применяют иммуноподавляющие лекарства, чтобы ослабить реакцию их отторжения, но и трансплантируют для этой же цели вместе с ними МСК.

Кроме того, оказалось, что и собственные, и размноженные в культуре мезенхимальные стволовые клетки, если их ввести пациенту внутривенно, могут ослаблять аутоиммунные процессы, лежащие в основе многих заболеваний — диабета, язвенного колита, ревматизма и других.

Важно отметить, что трансплантированные мезенхимальные стволовые клетки приживаются в организме в заметном количестве только в том случае, если есть сильные повреждения. Если же повреждения локальные, то МСК в основном «запускают» регенеративные процессы в поврежденных тканях и органах, а количество прижившихся клеток достаточно невелико — на уровне так называемого микрохимизма. Это доказано в опытах на животных — их облучали большими дозами, которые способны убивать стволовые клетки разного типа в самых различных тканях. После такого смертельного облучения животным трансплантировали гемопоэтические стволовые клетки (чтобы восстановить кроветворную ткань) совместно с МСК, меченными геном флюоресцирующего «зеленого белка». Такая метка сохранялась при клеточных делениях, поэтому ее можно было обнаружить в большинстве тканей. Это исследование и показало, что мезенхимальные стволовые клетки приживаются только при тотальном поражении, а в остальных случаях они только запускают механизм восстановительного процесса.

МСК в действии

В мире сегодня проводится примерно 80 протокольных клинических испытаний (вторая и третья фазы) по лечению различных заболеваний с помощью системных трансплантаций мезенхимальных стволовых клеток. Можно предположить, что практически все эти способы лечения скоро разрешат и начнут применять в клиниках — если препарат доходит до второй и третьей стадий клинических испытаний, то неожиданности случаются редко.

Применение мезенхимальных стволовых клеток дает неоспоримые преимущества, которые мы уже начали обсуждать в предыдущем разделе. Речь идет как о собственных стволовых клетках пациента (заведомо не вызывающих ни иммунной, ни аллергической реакции), так и о донорских клетках. В обоих случаях мезенхимальные клетки, полученные после пункции костного мозга (обычно берут всего 0,5—1 мл), размножают в культуре, чтобы получить нужное для трансплантации количество. Процедура выращивания МСК *in vitro* не изменяет их лечебных и биологических свойств и, как доказано в многочисленных исследованиях, не приводит к мутациям и не создает угрозы образования опухолей (об этом подробнее в последней части статьи).

Некоторые клинические испытания уже закончены. Например, американское Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов (Food and Drug Administration, или FDA) разрешило использовать донорские МСК при стероидоустойчивой форме болезни Крона — тяжелом воспалительном заболевании кишечника. Аналогичные результаты недавно получили и в нашей стране — это совместная работа Центрального НИИ гастроэнтерологии (Москва) и ФГБУ Медицинского радиологического научного центра Минздравсоцразвития РФ (Обнинск).

В 2002 году президиум Российской академии медицинских наук утвердил отраслевую программу «Новые клеточные технологии — медицине». В последние восемь лет большинство российских научно-исследовательских работ по клеточной терапии велось в рамках этой программы. Вскоре после этого РАН своей программой «Фундаментальные науки — медицине» также поддержал исследования стволовых клеток в нашем Медицинском радиологическом научном центре.

За это время ФГБУ МРНЦ совместно с некоторыми медицинскими учреждениями получил первые результаты. Мы исследовали, насколько эффективно системная трансплантация мезенхимальных стволовых клеток помогает больным с хронической сердечной недостаточностью, аутоиммунными заболеваниями кишечника, резистентными формами туберкулеза и пневмофиброзом (он развивается у онкологических больных при лучевом лечении рака молочной железы, когда в зону облучения попадает легочная ткань). В нашей работе использовали как собственные клетки пациента, так и донорские клетки, культивированные по разработанной нами и лицензированной методике.

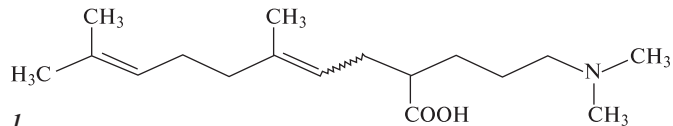
Результаты получились очень обнадеживающие. Многим больным с сердечной недостаточностью и с аутоиммунным воспалением кишечника, которым параллельно с обычным лечением пересаживали также МСК, удалось отменить прием части лекарств либо существенно сократить их дозу. Не помогла лекарственная терапия буквально единичным пациентам, у остальных же она намного улучшила состояние. Особенно интересны положительные результаты у пациентов с резистентными формами туберкулеза, поскольку для них стволовые клетки были фактически единственным лечением — ведь резистентные формы потому и называются так, что на них не действуют никакие препараты.

Таблица 1

Лечение кардиомиодистрофии у крыс с помощью: мезенхимальных стволовых клеток (К), метапрогерола (М) и стволовых клеток вместе с метапрогеролом

Параметры, через 4 нед.	Контроль	АД, группа 1	АД + К, группа 2	АД + М, группа 3	АД + К + М, группа 4
Масса сердца, мг	870 + 45	740 + 41	862 + 59	803 + 73	885 + 56
Индекс PCNA клеток стромы, %	3.42 + 0.13	8.84 + 0.24	9.75 + 0.20	8.93 + 0.13	9.94 + 0.19
Средняя площадь среза кардиомиоцитов, мкм ²	795 + 20	664 + 18	757 + 30	698 + 37	773 + 22
Индекс PCNA кардиомиоцитов, %	0.97 + 0.04	2.11 + 0.09	3.68 + 0.14	3.59 + 0.07	3.79 + 0.08

АД — адриамицин, с помощью которого вызывали кардиомиодистрофию



1
Ранозаживляющий препарат «метапрогерол»

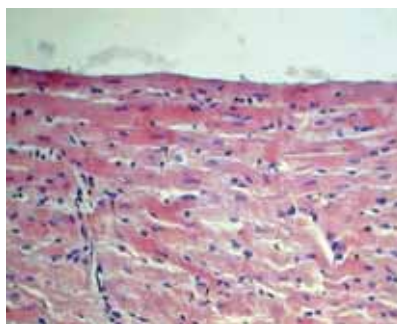
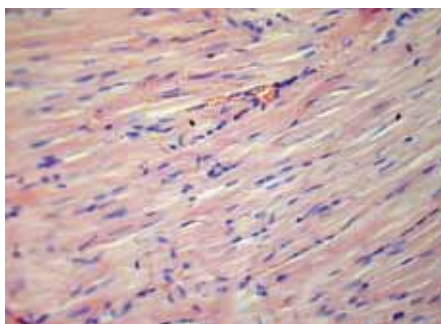
С Институтом органической химии РАН им. Н.Д.Зелинского Медицинский радиологический научный центр сотрудничает в этом направлении больше пяти лет. Ведь мы не просто исследуем, как именно работают МСК, а пытаемся помочь этим клеткам лучше проявить их возможности, добавляя к ним специальные агенты сопровождения. Почему нужны эти агенты? Дело в том, что любые стволовые клетки — только часть сложной системы регенерации. Чтобы запустить «починку неисправности» в организме, стволовым клеткам нужны сигналы, которые им подает их ближайшее окружение, вырабатывая специальные ростовые факторы. Только после этого начинается активный процесс заживления. Вот здесь-то и пригодились препараты, когда-то созданные в ИОХе.

В середине 70 годов XX века сотрудники Института органической химии Л.С.Бондарь и Р.А.Окунь синтезировали водорастворимый препарат метапрогерол, который показал себя как эффективное средство для лечения инфаркта миокарда. Он прошел клинические испытания и был рекомендован для применения не только при инфарктах, но и при кардиомиопатиях и других заболеваниях сердца. Этот препарат, однако, не дошел до больных, поскольку промышленность не смогла обеспечить нужную степень очистки. Потом наступили 90-е годы, и стало не до производства новых лекарств. Никто не мог ожидать, что в новом веке, на витке новых медицинских технологий у метапрогерола начнется вторая жизнь. Теперь можно с полным основанием говорить, что его создатели на несколько десятилетий опередили свое время.

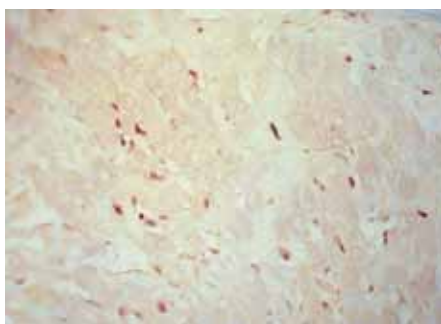
МСК + сигнал к работе

Почему именно метапрогерол? Идея была простая: лекарством сопровождения должен быть препарат, который обладает ранозаживляющим действием. Ведь ткани всегда регенерируют при участии стволовых клеток, а значит, ранозаживляющие препараты потому и эффективны, что как-то взаимодействуют с этими клетками, аналогично природным факторам роста.

Надо отметить, что раньше наука делила ткани нашего организма на те, которые хорошо обновляются (костный мозг, кишечник и прочие), и те, которые почти не обновляются (сердечная мышца, ткани нервной системы и другие). Оказалось, что это не так: среди вроде бы неактивных резидентных стволовых клеток, которые остаются в тканях с эмбрионального периода, всегда есть какое-то количество работающих, которые могут обеспечить регенерацию и обновление любых тканей. Например, человеческое сердце в течение жизни могло бы обновиться один-полтора раза. Неверно и знаменитое утверждение «нервные клетки не восстанавливаются». У нас в голове есть две зоны нейрогенеза (производства нервных клеток), обеспечивающие пополнение ткани головного моз-

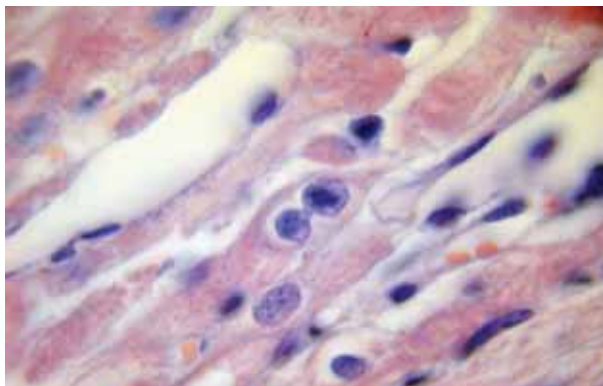


2
 Вверху: нормальный миокард (слева),
 и поврежденный (через две недели).
 Внизу: поврежденный миокард
 через две недели после трансплантации
 только МСК (слева)
 и МСК с метапрогеролом (справа)

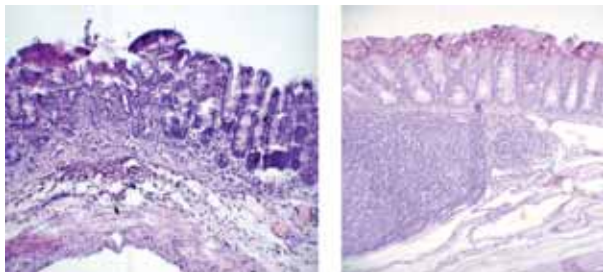


га. Другое дело, что это очень медленный процесс. Именно поэтому при повреждениях недостаточно одних стволовых клеток — им нужен стимул, сигнал к работе.

Итак, одним из препаратов, который мы попробовали как лекарство сопровождения к мезенхимальным стволовым клеткам, стал метапрогерол (рис. 1). Жаль, что в свое время это замечательное лекарство не дошло до пациентов. Он резко ускоряет и усиливает регенеративные процессы, которые проходят в сердечной мышце после инфаркта, очищает зоны некроза миокарда и способствует образованию плотного эластичного рубца. К нашему счастью, в ИОХе еще существует лаборатория, где его синтезировали, и специалисты смогли поделиться с нами.



3
 Так начинают делиться клетки сердца
 после использования МСК с метапрогеролом



4
 Хронический колит у крыс, и эта же слизистая через две недели
 после введения МСК с веществом сопровождения

Сначала мы проверили метапрогерол на нескольких типах стволовых клеток (которые обновляются быстро и медленно). Эксперимент делали на мышах, крысах и на мезенхимальных клетках в культуре *in vitro*. Схема опыта была простой: животных облучали, затем внутримышечно вводили им метапрогерол и смотрели, какова выживаемость стволовых клеток, образующих клоны в селезенке (тест на гемопоэтические клетки), «микрочлонию» в крипах тонкого кишечника (тест на стволовые клетки кишечного эпителия) или сколько колоний сформируют мезенхимальные стволовые клетки, взятые из костного мозга облученного животного, в культуре *in vitro*. Оказалось, что метапрогерол хорошо стимулирует рост быстро обновляющихся гемопоэтических стволовых клеток и стволовых клеток кишечного эпителия. Мезенхимальные клетки обновляются гораздо медленнее, чем первые два типа, но их метапрогерол активирует особенно эффективно. Поскольку МСК формируют микроокружение других типов стволовых клеток взрослого организма (см. выше исследование А.Я.Фриденштейна), включая резидентные, то можно предположить, что метапрогерол, стимулируя мезенхимальные клетки, запускает процессы регенерации, в которых участвуют и другие типы стволовых клеток.

Потом лечение пробовали на крысах. Мы использовали известную модель: крысам вводили антибиотик адриамицин, который вызывает кардиомиодистрофию, а потом лечили ее. Одна группа крыс ничего не получала из лекарств и была контрольной, другой вводили только стволовые клетки, третьей — только метапрогерол, а четвертой — мезенхимальные стволовые клетки вместе с метапрогеролом (табл. 1). Самый лучший результат мы получили в последнем случае. Это подтвердила и морфология тканей сердца (рис. 2). Мы даже смогли увидеть уникальную картину — делящиеся клетки сердечной мышцы, которые в норме никогда не делятся (рис. 3).

После того как мы поняли, что метапрогерол прекрасно стимулирует регенеративные процессы и работает вместе со стволовыми клетками, встал вопрос: как получить этот препарат в промышленных масштабах? Прежняя схема синтеза была неоптимальной, поэтому в ИОХе начали разрабатывать новую, чтобы получить хорошо очищенный метапрогерол в достаточном количестве. Сегодня эту задачу химики уже решили.

Лечение «мезенхимальные клетки плюс метапрогерол» приближается к практическому применению. Многие важные этапы уже позади: ФГБУ МРНЦ получил разрешение



Росздравнадзора Минздравсоцразвития РФ на применение метода клеточной терапии при хронической сердечной недостаточности; по метапрогеролу почти завершены предклинические исследования. Думаю, что это сочетание будет прорывом в лечении инфаркта миокарда, сердечной недостаточности и особенно дилатационной кардиомиопатии, при которой единственным средством пока остается пересадка сердца.

Химики Института органической химии сейчас ищут и другие варианты ранозаживляющих препаратов, которые могли бы работать как «лекарство сопровождения». Уже синтезированы девять подобных соединений, и из них отобраны два, которые в пробных испытаниях проявили себя даже лучше «прототипа». Конечно, эта работа требует времени. Но есть все основания думать, что лекарство сопровождения сделает более эффективной схему лечения мезенхимальными стволовыми клетками и при других заболеваниях. Так, мы уже получили предварительные результаты на крысах, у которых вызывали тяжелое поражение слизистой кишечника (рис. 4). Через две недели комбинированной терапии эпителий кишечника у животных практически полностью восстановился.

Перспективы

Прежде чем говорить о перспективах новых исследований в клеточной терапии, надо ответить на очень важный вопрос: а не опасна ли она? Не могут ли мезенхимальные стволовые клетки спонтанно переродиться и вызвать опухоли или еще какие-нибудь нежелательные изменения?

На сегодня известно, что отдельные МСК в клеточной культуре могут спонтанно превратиться в опухолевые, но только после более чем 100 пассажей (то есть после того, как культуру человеческих МСК пересадят более 100 раз, после полного завершения ее роста в культуральном флаконе). Это означает, что мезенхимальные стволовые клетки нельзя культивировать и размножать вечно (а потом пересаживать), но при обычной методике выращивания культуры опухолевого перерождения таких клеток не происходит. В организме МСК размножаются значительно медленнее, а основное их количество пребывает в состоянии пролиферативного покоя, поэтому вероятность раковой мутации, которая спонтанно возникает в результате «ошибочного» копирования генетического материала, еще меньше, чем в клеточной культуре.

Проведенные нами исследования по безопасности показали, что даже ежедневное внутривенное введение крысам в течение всего срока беременности собственных или человеческих мезенхимальных клеток не причиняло никакого вреда: беременные крысы оставались здоровыми и у них рождались здоровые крысята, которые затем нормально развивались и были здоровы в течение всей жизни (у использованных в этих опытах животных, продолжительность жизни составляет около трех лет). Эту модель считают очень чувствительной для выявления вредного действия различных лекарственных средств, а учитывая то, что плацентарный барьер не 100%, можно считать, что МСК чрезвычайно низко токсичны.

Второй важный момент — возможная стимуляция злокачественных процессов после введения МСК. Такие исследова-

ния проводили американские коллеги на специально полученных лабораторных мышах с мутациями, которые приводят к развитию у животных злокачественных опухолей. Когда таким «высокоракowym» мышам вводили мезенхимальные стволовые клетки, количество возникающих у них опухолей и скорость их появления не увеличились. Опухоль становилось больше только в том случае, если введение МСК сочеталось с длительной иммунодепрессией, и то лишь у мышей-мутантов — на обычных мышей такая терапия не повлияла.

Можно сделать вывод, что мезенхимальные стволовые клетки подталкивают развитие злокачественной опухоли, лишь когда выполняются три условия одновременно: в организме уже есть спящие раковые клетки, есть мутация, которая предопределяет развитие рака, и снижен иммунитет. В других случаях никакого достоверного повышения риска развития опухоли нет. Надо отметить, что мезенхимальные клетки в этом отношении гораздо безопаснее гемопоэтических, которые тем не менее давно применяют для терапевтических целей.

Еще один важный вопрос: что происходит потом с пересаженными МСК в организме? Как уже говорилось, они избирательно фиксируются в местах повреждений, но остаются они там очень недолго. Большинство из них погибают, перед этим выделяя большое количество противовоспалительных цитокинов и ростовых факторов, которые останавливают процессы повреждения и запускают регенеративные процессы. А именно: размножение и дифференцировку резидентных стволовых клеток и создание новой сосудистой сети.

Исследования безопасности клеточной терапии будут продолжаться, но ученые, которые давно работают в этом направлении, считают, что сюрпризов быть не должно. Уже накоплена значительная статистика, и вряд ли сейчас можно остановить наступление эры клеточной терапии. Понемногу развиваются законодательная и разрешительная базы применения стволовых клеток в разных странах.

Конечно, есть опасность (как и везде), что в эту престижную область устремятся неквалифицированные «врачи». Поэтому следует отличать желающих обогатиться на модной теме от тех, кто занимается этим на серьезном уровне. Несколько лет назад один из институтов научной информации США напечатал список 2000 специалистов мирового класса по клеточной терапии, которых ранжировали по индексу цитирования в научных журналах. В него вошли всего около 20 российских ученых. Иначе говоря, доля нашей страны в этой области — 1% от мирового уровня. Однако лечение стволовыми клетками уже предлагают у нас гораздо больше 20 клиник...

Совместное применение мезенхимальных стволовых клеток с препаратами, которые их активируют, — это новое перспективное направление в клеточной терапии. Во всем мире и в нашей стране уже начали заниматься лечением с помощью МСК резистентных форм туберкулеза, рассеянного склероза, сахарного диабета и других тяжелых заболеваний. Можно надеяться, что вскоре это действительно станет спасением для миллионов страдающих больных.



Перепрограммированные клетки



НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

Нейроны, клетки сердечной мышцы, поджелудочной железы, кожи... Некоторое время назад всем было понятно, что их невозможно превратить друг в друга, судьба каждой из них жестко определена. Ведь в клетке каждого типа геном проявляет себя по-разному, и ученые были абсолютно уверены, что, если клетка дифференцировалась, то есть развилась в какой-то определенный вид, этот процесс необратим. Но в 2010 году сразу несколькими исследовательскими коллективам удалось изменить судьбу взрослых клеток и сделать из них клетки другого вида.

Сырьем для ученых стали фибробласты кожи — клетки, которые в глубоких слоях кожи синтезируют коллаген и основные ее клетки. В 2010 году из фибробластов кожи получили сразу несколько типов клеток. В феврале — нейроны (Мариус Верниг, университет Стэнфорда, «Nature», 2010, № 463, с.1035), в августе — кардиомиоциты, то есть сокращающиеся клетки сердечной мышцы (Дипак Шривастава, университет Калифорнии в Сан-Франциско, «Cell», 2010, № 142, с. 375), в ноябре — предшественники клеток крови (Микки Бхатъя, канадский университет Онтарио, «Nature», 2010, № 468, с.521). В первых двух случаях ученые работали с клетками мышей, а в последнем — с фибробластами кожи, взятыми у добровольцев.

Откуда такие массовые результаты? В 2006 году японский биолог Синъя Яманакэ с соавторами (университет Киото) опубликовали статью, которая потрясла научное сообщество. Авторы статьи *in vitro* возвратили фибробласты кожи мыши к стадии стволовых эмбриональных клеток. Иными словами, превратили уже «определившиеся» взрослые клетки в плюрипотентные, которые потенциально способны дать начало любому типу клеток и тканей. В ноябре 2007-го вышли две независимые статьи — одна в «Science» (Джеймс Томпсон с коллегами, университет Висконсин — Мэдиссон), другая — в «Cell» (Синъя Яманакэ, университет Киото), в которых уже описана успешная трансформация фибробластов человека в плюрипотентное состояние.

До того единственным способом получить плюрипотентные стволовые клетки было выделение их из эмбрионов человека, которые еще не имплантировались в стенку матки. Потенциал таких клеток очень велик, ведь из них развиваются все органы и ткани будущего организма. Точно так же *in vitro* из них можно получить все типы клеток и тканей и использовать их в заместительной клеточной терапии. Однако это сопряжено с серьезными проблемами,

как этическими (правомерно ли использовать эмбрионы в качестве «клеточного материала»), так и медицинскими (вероятность отторжения пересаженных клеток довольно высока). Теперь же ученые нашли новый источник плюрипотентных клеток, так необходимых регенеративной медицине.

Принцип методики довольно прост. Сначала во взрослые клетки вводят гены, которые должны быть активны именно в стволовых эмбриональных клетках (проще ввести дополнительные копии генов, чем включать те, что уже имеются в геноме). А потом смотрят, станут ли обработанные таким образом взрослые клетки плюрипотентными. В свое время японский биолог попробовал не меньше 24 генов-кандидатов — по отдельности или в сочетании друг с другом. В конце концов стало понятно, что комбинация четырех генов (*Oct4*, *Sox2*, *c-Myc* и *Klf4*) позволяет получить из фибробластов плюрипотентные клетки. Так появились первые индуцированные плюрипотентные клетки, или iPS (английская аббревиатура *induced pluripotent stem cells*). Сначала эти работы сделали на мышиных клетках, а потом, в 2007 году, и на человеческих фибробластах кожи.

Метод тут же подхватили во всех лабораториях мира. И не только для того, чтобы получать клетки iPS. Ведь методика, созданная японскими биологами, — это модель, по которой можно получить любой тип клеток. Для этого надо в исходные клетки ввести с помощью вектора гены, которые обычно активны только в клетках интересующего вас типа, — фактически те гены, которые придают им специфичность.

В 2008 году группа Дугласа Мелтона из Гарвардского университета получила первый весьма выдающийся результат: они перепрограммировали экзокринные клетки поджелудочной железы (те, которые выделяют желудочный сок) в клетки, производящие инсулин. Впрочем, это довольно близкие виды клеток.

Результаты, описанные в феврале

2010 года группой Мариуса Вернига, были еще более революционными. Ведь фибробласты кожи и нейроны — совершенно разные клетки, хотя имеют сходное происхождение в эмбриональном развитии. Оказалось достаточно всего трех генов, выбранных из 19 специфических генов нервной клетки, чтобы запустить перерождение. Полученные клетки не только выглядели как нейроны, но и синтезировали свойственные им белки. Важно, что при этом исключалась стадия превращения в эмбриональные стволовые клетки — из клеток кожи сразу получались нейроны.

Сердечные миоциты Дипак Шривастава также получил напрямую из клеток кожи, и ему также понадобилось три гена, выбранных из 14 специфических генов сердечной мышцы. Специальный генетический анализ показал, что клетки превращались, минуя недифференцированную эмбриональную форму. Более того, если действовать по методике, предполагающей использование iPS, то в кардиомиоциты превращается только 0,1% фибробластов, а по прямой методике — 20% клеток. Уже через несколько недель клетки демонстрировали все основные характеристики кардиомиоцитов: они сокращались точно так же, как обычные клетки сердечной мышцы, и у них был такой же профиль экспрессии генов.

В работе Микки Бхатъя речь идет уже о человеческих клетках. Его задачей было получить клетки крови, которые трудно сделать из эмбриональных стволовых и iPS. Оказалось, что ген *Oct4* (один из четырех генов, который используют и для перепрограммирования в iPS) сразу запускает превращение в гемопоэтические клетки, способные производить эритроциты, лейкоциты и другие клетки крови. Позволит ли эта методика решить медицинские проблемы? Бхатъя в этом уверен, другие исследователи сомневаются.

Но есть и оптимисты. Как говорит «отец» овечки Долли и директор Центра регенеративной медицины в Эдинбурге Ян Уилмут: «В один прекрасный день с помощью перепрограммирования можно будет получить почти все из почти всего».

В. Благутина

Не вдыхай дым

Полициклические углеводороды, попадая из дыма в кровь курильщика, через полчаса становятся ядом.

«ACS Chemical Research in Toxicology», 27 декабря 2010, doi: 10.1021/tx100345x

То, что дым сигарет содержит канцерогенные полициклические углеводороды, — не новость. Новость в том, что такие вещества, попав в кровь, могут буквально за считанные минуты превращаться в яд. Этот факт установили химики из университета Миннесоты во главе с доктором Стивеном Хэчтом (Stephen Hecht).

Они нашли 11 добровольцев, которые вдыхали дым с меченым фенантроном — это вещество принадлежит к семейству полициклических углеводородов. Как показал анализ крови, всего через 15—30 минут после вдыхания дыма в ней появлялись очень опасные производные фенантрена, известные своей способностью вызывать нарушения в строении ДНК. Таким образом, канцерогенный эффект дыма проявляется не в отдаленном будущем, как воображают некоторые курильщики, а непосредственно при курении. «Мы впервые установили, что вдыхание дыма равносильно прямому введению в кровь весьма опасных веществ. Это должно послужить предупреждением любителям сигарет», — отмечает доктор Хэчт. Интересно, а как насчет пострадавших от лесных пожаров, которые вдыхали дым с полициклическими углеводородами не по несколько минут в день, а целыми днями?

Конечно же организм не беззащитен перед изменениями ДНК отдельных клеток, поэтому большая часть опасных молекул не вызывает фатальных последствий. Однако полезно помнить, что способности к самолечению у организма не безграничны.

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

Фрагменты рака

Раковая клетка может возникнуть в результате взрыва хромосомы.

«Cell», 2011, т. 44, № 1

Одна из распространенных моделей рака гласит, что он возникает из-за накопления мутаций при размножении клеток. Поэтому развитие болезни может затягиваться на десятилетия. Ученые из Сенгеровского центра фонда Генри Уэллса (Великобритания) во главе с доктором Питером Кемпбеллом обнаружили принципиально другой механизм. Оказывается, в клетке может случиться подлинная генетическая катастрофа, своего рода взрыв, при котором хромосома дробится на сотни фрагментов. Перед клеткой встает выбор: отремонтировать разрушенный генетический аппарат либо погибнуть. Подавляющее большинство клеток предпочитает второе. Но изредка случается так, что в попытке спасения она запускает механизм ремонта. Соответствующие клеточные системы собирают разрушенную ДНК воедино, но при этом бывает путаница в сцеплении фрагментов хромосомы. В результате некоторые гены, препятствующие бесконечному делению клетки, оказываются выключенными. Например, у одного из пациентов с раком прямой кишки британские исследователи обнаружили 239 нарушений в строении одной хромосомы, которые конечно же не могли накопиться в результате последовательных мутаций.

Подобные взрывы хромосом ученые обнаружили в каждом четвертом случае рака костной ткани. А в среднем, по их мнению, такой механизм отвечает за каждый сороковой случай рака.

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

Цеолит против формальдегида

Небольшая добавка алюмосиликата в ДСП существенно снижает выделение формальдегида.

Katrin Bokelmann, katrin.bokelmann@isc.fraunhofer.de

Создание древесностружечной плиты, ДСП, вызвало революцию в мебельном производстве. Однако вскоре выяснилось, что связующее опилок, фенолформальдегидная смола, вредно для здоровья, поскольку из него выделяется формальдегид. Отказаться от его использования мебельщики и строители никак не могут — сейчас 85% древесных материалов имеют в своем составе подобное связующее. Значит, надо попытаться как-то уменьшить вредный эффект.

Химики из Фраунгоферовского института исследований кремния во главе с доктором Катриной Бокельман решили ввести в состав смеси сорбент — пористый материал, который станет улавливать пары формальдегида и не давать ему просачиваться в окружающую среду. Обычно таким веществом для продукции массового назначения служит цеолит — в сущности, глина, частицы которой содержат микроскопические поры. Природные материалы не удовлетворили доктора Бокельман, и она придумала, как надо синтезировать цеолит с заданными свойствами. Опыты показали, что всего пятипроцентная добавка такого синтетического минерала на 40% уменьшает выделение вредного вещества из плиты ДСП, причем на механических свойствах плиты это никак не сказывалось. Сейчас немецкие ученые ищут партнеров, чтобы наладить производство таких менее вредных плит.

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

Границы в графене

Зерна в графене мало влияют на электрические свойства, но сильно сказываются на механических.

«Nature», январь 2011, doi:10.1038/nature09718

После того как корейцы научились выращивать метровые листы графена на медной или никелевой фольге (см. «Химию и жизнь», 2010, № 11), его исследования перешли из разряда теоретических в практические: как получить материал лучшего качества с меньшими затратами. А беспокоит технологов, в частности, то, что большие листы графена получаются поликристаллическими: они состоят из зерен, решетки которых развернуты относительно друг друга. Такой лист может и не обладать уникальными свойствами, измеренными на монокристаллических чешуйках.

Ученые из Корнелловского института во главе с профессором Дэвидом Мюллером выполнили систематическое исследование связи свойств графена с размером его зерен. Они придумали метод, который позволил раскрашивать в разные цвета зерна на электронно-микроскопических изображениях графена. По таким привычным для глаза материаловеда картинкам можно легко измерять размеры зерен при разных режимах выращивания графеновой пленки, а потом сравнивать их со свойствами. К своему удивлению, ученые обнаружили, что электрические свойства, вопреки предсказаниям теоретиков, от размера зерен зависят слабо и гораздо более чувствительны к содержанию примесей. А вот механические свойства у поликристаллического листа оказались гораздо хуже, чем у монокристалла. Обидно, ведь прочность монокристаллического графена несопоставимо выше, чем у любого другого материала на Земле: жгут метровой длины и весом в сотую долю миллиграмма должен выдерживать вес в несколько килограммов!



Трехглазый рабочий

Немцы придумывают робота, которого можно поставить к конвейеру.

Агентство «AlphaGalileo», 22 декабря 2010

Дефицит рабочих — серьезная проблема развитых стран. Она связана и с низкой рождаемостью, и с высоким уровнем социального обеспечения. Решать ее можно тремя путями — приглашать рабочих из-за рубежа, повышать зарплату местным или создавать роботов. Третий путь пытаются освоить инженеры Фраунгоферовского института промышленных систем и технологического дизайна при поддержке Европейской комиссии.

Робот, создаваемый группой во главе с доктором Драголюбом Сурдиловичем, будет похож на человека. Тот же размер, две руки, чувствительные пальцы, три глаза... Он сможет занять место рабочего у конвейера и, например, насадить шестеренку на вал. Если она сразу не налезет, робот покрутит изделие в пальцах и найдет правильное положение — в этом ему поможет современная камера трехмерного видения. В другом цеху, где робот будет проверять качество нанесения покрытия, ему понадобятся два дополнительных глаза. Поскольку каждый из них смотрит на свой участок проверяемого изделия, робот справится с заданием быстрее человека. Да и работать он может круглые сутки без перерыва на обед. А чтобы механический рабочий легче вписался в трудовой коллектив, создатели снабдят его лицом, способным выражать эмоции. Скорее всего, промышленный робот обойдется недешево, но чего не сделаешь ради уменьшения притока гастарбайтеров.



Мясо сверчков

При получении белка из насекомых в окружающую среду выделяется в десятки раз меньше парниковых газов, чем в традиционном животноводстве.

«PLoS ONE», 29 декабря 2010.

Идея накормить человечество каким-либо суррогатом вместо мяса не нова. Еще в начале прошлого века, когда стало ясно, что человечество увеличивается невиданными темпами, футурологи предполагали кормить людей белками, полученными из дрожжей или водорослей. Рост сельскохозяйственного производства не дал реализоваться этим мрачным прогнозам. Теперь же во главу угла поставлен не недостаток пищи, а борьба с изменением климата.

Поскольку коровы и свиньи производят немало метана и диоксида азота — газов с сильным парниковым эффектом, адепты антропогенного глобального потепления советуют человечеству ради восстановления климатического равновесия прекратить разводить скот. Но чем же заменить мясо? Как показали исследователи из Вагенингеновского университета (Нидерланды), сверчки и мучные черви — отличная альтернатива съедобным млекопитающим. Так, свинья в пересчете на килограмм белка выделяет в сто раз больше метана, чем мучные черви, а диоксида азота — в двадцать раз больше, чем сверчки. Впрочем, ученые отмечают, что для полноты картины стоит подсчитать выделение газов во всем производственном цикле, от заготовки кормов до получения конечного продукта. Лишь после этого сравнение коров и свиней со сверчками и червями будет корректным.

Радиометр на пожаре

Создан прибор, способный различить очаг пожара даже под землей.

Агентство «AlphaGalileo», 10 января 2011

Чтобы легко побороть лесной пожар, нужно вовремя заметить его очаг. Увы, как правило, он скрыт растительностью, а порой и вовсе может располагаться под поверхностью почвы. Установленные на пожарных самолетах приборы, изучающие сигналы в инфракрасном диапазоне, не могут такие очаги распознавать. Ученые из Фраунгоферовского института физики высоких частот и радарных технологий во главе с доктором Норой фон Валь решили создать новый прибор.

Они заметили, что частицы пыли, дыма, а также ветки растений практически прозрачны для микроволнового излучения с частотой 22 ГГц. Сделав приемник, работающий на этой частоте, они подвесили его в воздухе на роботе-аэростате. Как показали измерения, такой прибор на высоте в сто метров видит очаг пожара размером пять на пять метров, с точностью до 2,5 м. Инфракрасный датчик более точен, однако микроволновой видит гораздо лучше — даже слой почвы над пожаром ему нипочем, а это особенно актуально при борьбе с торфяными пожарами. Ученые надеются сделать прибор маленьким и повысить точность, после чего его удастся использовать для охраны лесов. По крайней мере, немецких.



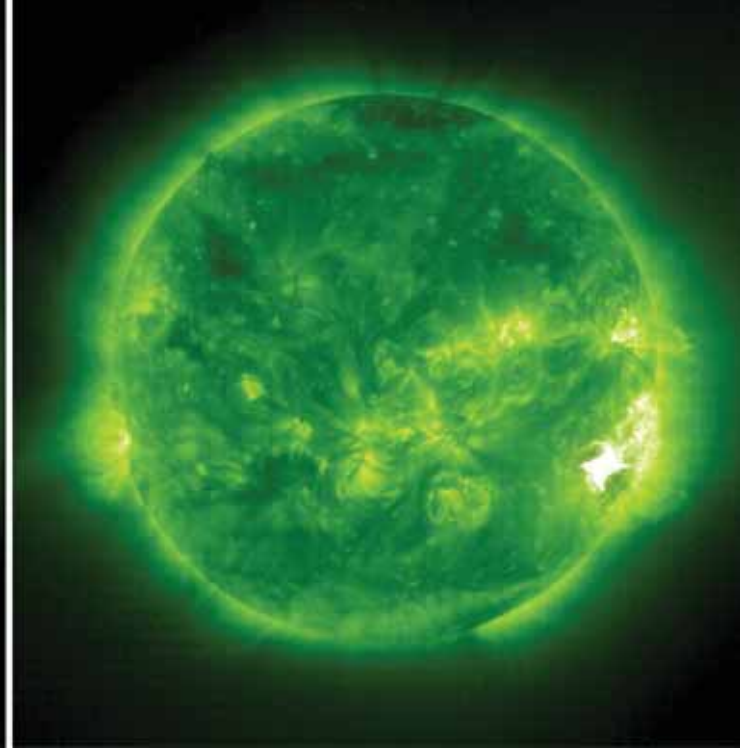
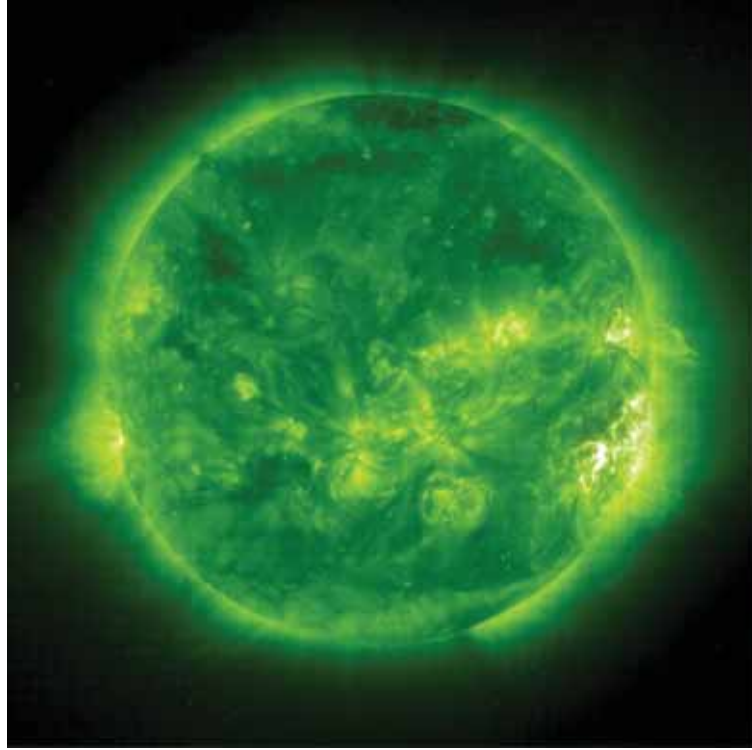
Польза от горячей крови

Теплокровным проще бороться с грибами.

Агентство «NewsWise», 22 декабря 2010

Грибные инфекции досаждают человеку гораздо меньше, чем бактерии. Оказывается, это не случайно и напрямую связано с температурой тела. Как установили доктора Артуро Касадевалл и Авив Бергман из нью-йоркского Университета Йешивы, число видов грибов, способных поразить организм, падает на 6% при увеличении температуры тела на один градус. Вот почему холоднокровных амфибий поражают десятки тысяч видов грибов, а человека — только несколько сотен. Кстати, некоторые биологи связывают наблюдаемое сейчас массовое вымирание лягушек и их родственников именно с ростом грибковых заболеваний, который вызван потеплением.

Однако за все надо платить: теплокровный «несъедобен» для грибка, зато сам вынужден потреблять больше пищи. Расчет показывает, что оптимум между защитой и затратами на ее поддержание лежит в интервале 30—40°C и составляет 36,7°C. Похоже, человек, нормальная температура которого лишь на одну десятую градуса меньше этого оптимума, совсем не случайно занял доминирующее положение на планете..



Бурная жизнь Солнца

А.А.Гурьянов

Сегодня космические исследования Солнца переживают подъем во всем мире. Никогда прежде они не были столь интенсивными и многосторонними.

Знание о Солнце

Наши сведения о строении Солнца так же неполны и недостаточны, как и о Земле. В тело нашей планеты исследователи смогли углубиться всего на десяток километров. Это около тысячной доли ее диаметра. С Солнцем ситуация еще хуже. Прямыми оптическими методами можно изучать только первые сотни километров его глубины, то есть стотысячные доли диаметра. Так что глубокие горизонты обоих небесных тел прямым исследованиям недоступны. Косвенные же экспериментальные данные для своей интерпретации требуют серьезной проработки модельных представлений, которые пока далеки от совершенства.

С каждым годом человечество понимает, как сильно оно зависит от Солнца, и не только из-за получения от него энергии. В XX веке стали популярны идеи о влиянии Солнца на физико-химические, биологические и даже социальные процессы, высказанные А.Л.Чижевским в его книге «Земное эхо солнечных бурь». Теперь понятно, что не только бури на Солнце, но и «штили», такие, как наблюдаемое с 2001 года отсутствие солнечных пятен и мощных выбросов, связаны с земной погодой. Высказаны даже предположения, что нынешняя невысокая солнечная активность коррелирует с климатическими изменениями, которые прекрасно ощущают все земляне. К сожалению, сведений о нашей звезде пока недостаточно для однозначной оценки подобных гипотез. И тем не менее никогда за всю свою историю человечество не знало о Солнце так много.

Стандартная модель

Солнце интересовало астрономов с древних времен. Например, англичанин Уильям Гершель, открывший планету Уран, в конце XVIII века предполагал, что наше светило — это окруженный горячей атмосферой твердый шар, поверхность которого проглядывает в виде темных пятен. Сегодня в науке господствует стандартная модель Солнца, разработанная физиками-ядерщиками в первой половине XX века.

Согласно этой модели, наша звезда — почти идеальный по форме газоплазменный водородно-гелиевый шар диаметром около полутора миллионов километров. Ее средняя плотность в четыре раза меньше земной, около полутора граммов на кубический сантиметр. За счет осевого вращения шар чуть сплюснут у полюсов, всего на тысячную долю процента. По нынешним представлениям, внутри солнечного ядра, занимающего около трети радиуса звезды, миллиарды лет идет ядерный синтез, реакции водородного и углеродного ядерных циклов. В них в результате многостадийного слияния атомов водорода либо замкнутой реакции с участием в качестве катализатора углерода образуются атомы гелия и выделяется колоссальная энергия. Считается, что еще пять миллиардов лет они будут обеспечивать теперешнее энергетическое состояние Солнца и его планетной системы.

Следующую треть радиуса занимает так называемая зона лучистого переноса. Температура в ней уже недостаточна для ядерных реакций, здесь энергию к внешним слоям передают фотоны, изначально образовавшиеся при ядерных реакциях в виде гамма-квантов. Они в своем движении к внешней поверхности постоянно рассеиваются на ионах. Согласно расчетам, отдельный фотон проходит от ядра до поверхности за десять — сто тысяч лет.

Верхнюю треть солнечного шара составляет конвективная зона, в которой постоянно перемешиваются потоки вещества. Из-за них поверхность Солнца выглядит гранулированной. Гранулы-ячейки — это области подъема горячей плазмы, их более темные границы — области ее опускания. Получается что-то вроде ячеек Бенара, возникающих в слое масла, налитого на горячую сковородку. Размер ячеек на Солнце порядка сотни километров, и живут они с десяток минут.

Эту равномерную картину нарушает образование крупных ассоциаций гранул, а также появление очень неоднородных, более холодных и темных на вид из-за своего сильного маг-

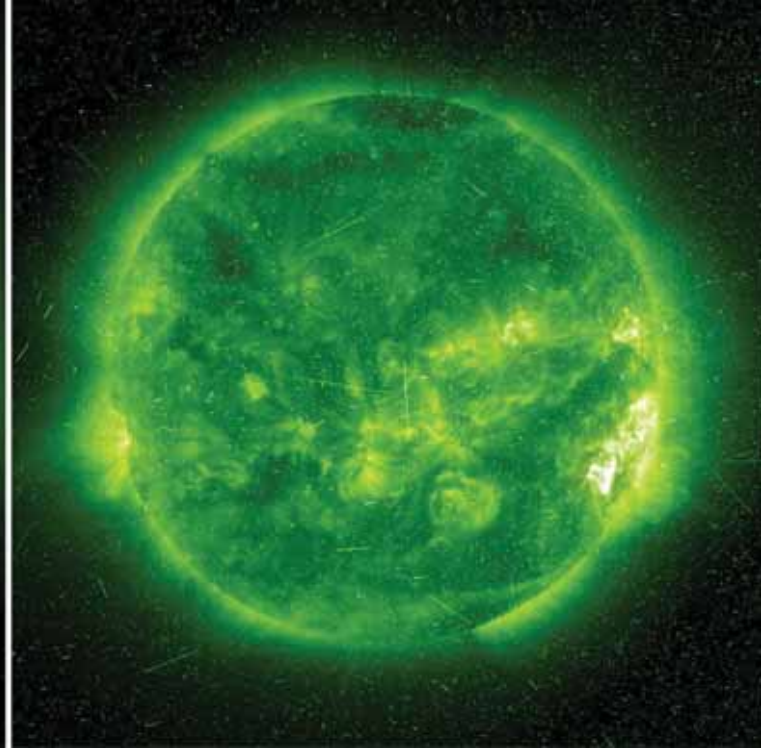


Фото ЕКА



Внешние сферы

Атмосферу звезды принято делить на три слоя. Первый, протяженность которого — несколько сотен километров, называется фотосферой. Эта светоизлучающая зона имеет среднюю температуру около шести тысяч градусов, спадающую наружу примерно на четверть температуры. Такой узкий температурный минимум и принято считать границей Солнца, ведь связать ее с какой-либо фазовой границей, как, например, «почва-атмосфера» или «вода—атмосфера» на Земле, для газового шара не представляется возможным.

Выше фотосферы простирается более разреженная и на порядки более горячая хромосфера, названная так из-за своей розовой окраски. Она неравномерна по толщине и имеет волокнистую структуру. Хромосферный слой значительно менее ярок, чем фотосферный, поэтому с Земли его явно можно наблюдать только при затмениях солнечного диска Луной, которая перекрывает основной поток солнечного света.

Так же можно увидеть и третий атмосферный слой — корону. Она очень неоднородна по своей форме, которая существенно зависит от стадии солнечной активности. Корона непрерывно переходит в солнечный ветер, пронизывающий область влияния нашей звезды — гелиосферу. Этот ветер — поток частиц плазмы, в основном протонов и альфа-частиц, ядер гелия-4, уносящийся в межзвездное пространство вместе с силовыми линиями магнитного поля.

Влияние сложного многополюсного солнечного магнитного поля, которое циклически, в среднем за два десятилетия, обращает свою полярность — то есть северный полюс Солнца меняется положением с южным, — простирается за сотни орбитальных радиусов Земли, до границ нашей планетной системы. При вращении Солнца его магнитное поле, обычно состоящее из двух или четырех секторов противоположной полярности, закручивается в спираль, подобную свастике, и вращается вместе со звездой, совершая оборот за 28 с лишним дней.

Все сказанное делает Солнце уникальной физико-химической лабораторией для изучения самых разнообразных научных явлений. Причем новые выдающиеся результаты достигаются главным образом благодаря современным космическим программам и аппаратам.

Звездные пятиминутки

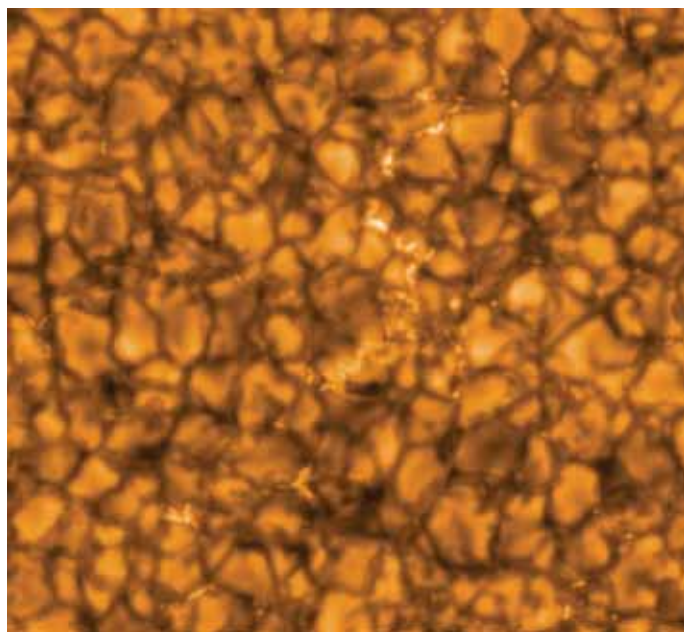
К концу XX века стало возможно детальное исследование глубин Солнца по характеристикам его колебаний. Подобно Земле, наша звезда в разной степени прозрачна для акустических волн, характеристики которых несут уникальную информацию о ее глубинном строении. На Земле сейсмические волны часто генерируют искусственно, но во время землетрясений они возбуждаются естественным образом. Солнцетрясения разных величин и частот возникают постоянно. Они и составляют предмет новой науки — солнечной сейсмологии.

При наблюдениях из космоса были найдены глобальные колебания поверхности, которые проявляются в слабых, на уровне десятитысячных процента, изменениях в потоках светового излучения и скоростей движения плазмы. Космооб-

Аппарат «SOHO» запечатлел в ультрафиолетовых лучах мощную солнечную вспышку в ноябре 2003 года. Первое фото снято спустя несколько минут после события. На втором фото видно, что в районе вспышки (справа внизу) возник мощный источник ионизирующего излучения, оно порождает электроны, летящие со скоростью, близкой к скорости света. Спустя десятки минут до Земли долетают и сами ионы, порожденные вспышкой, — следы их взаимодействия с детектором подобны снежинкам, покрывшим поверхность третьего снимка

нитного поля солнечных пятен. Периодичность их появления составляет одиннадцать с небольшим лет, однако она не строга. На поверхности конвективной зоны также постоянно возникают и другие проявления солнечной активности. Это выбросы различного рода, протуберанцы, факелы, арки, струи, нити и прочие разнообразнейшие поверхностные явления, простирающиеся из конвективной зоны в солнечную атмосферу.

Фото ЕКА



Ячейки на поверхности Солнца, как их увидела обсерватория «Hipode»

серватория «SOHO», например, оснащена для изучения этого явления доплеровским интерферометром Майкельсона. Колебания поверхности в среднем имеют период около пяти минут, однако их можно представить в виде суммы многих отдельных колебаний, которые поочередно появляются и исчезают. Их отслеживание позволило установить, как текут и вращаются внутренние слои Солнца.

При локальном изучении пятиминутки можно восстанавливать распределение скорости звука, а значит, и давления под поверхностью звезды, в том числе на невидимой с Земли стороне. Это позволяет предвидеть потоки солнечного вещества и появление активных областей, что дает ключ к прогнозу космической погоды.

Сейсмическими методами исследуют и солнечные пятна, напряженность поля в которых достигает нескольких тысяч гаусс. Пятна состоят из центральной тени и периферийной полутени с длинными продолговатыми гранулами. При ширине до десятков тысяч километров пятна оказались очень неглубокими — всего пять тысяч километров, меньше радиуса Земли. Интересно, что пятно — это устойчивая система двух противоположно вращающихся тороидальных вихрей. В полутени пятен аппарат «Hinode» обнаружил также многочисленные микровыбросы плазмы, которые обусловлены пересоединением, то есть столкновением и взаимным уничтожением противоположно направленных силовых линий переплетенных магнитных полей.

Развитая турбулентность

Космические спектральные аппараты наблюдают дневное светило в различных спектральных диапазонах и линиях, что дает послойные «срезы» солнечной атмосферы, поскольку линии связаны с определенной температурой и физическими полями, а значит, с определенной высотой над поверхностью Солнца. Так были установлены детали грануляции фотосферы. Между ее ячейками со средним размером 140 км обнаружено усиление магнитного поля до нескольких тысяч гаусс, на порядок больше среднего в грануле.

Недавно завершённые солнечные космические экспедиции

«Ulysses», 1990—2009

Запущенный с космического челнока аппарат НАСА и ЕКА. Он приблизился к Солнцу по сложной траектории и изучал его высокие широты, в частности полюса. Десять различных приборов, в том числе детекторы космической пыли и разных видов частиц, позволили существенно уточнить характеристики Солнца. Интересно отметить, что детектировать гравитационные волны аппарату так и не удалось.

КОРОНАС, 1994—2009 (Комплексные орбитальные околоземные наблюдения активности Солнца)

Обширную главу в российских исследованиях Солнца составляет программа Коронас запуска спутников серии, разработанная в 1990-х годах в результате

Магнитные поля звезды влияют на динамику всей атмосферы. Установлено, что вся поверхность Солнца покрыта своего рода магнитным ковром с «ворсом» из силовых линий; они могут выходить из одной точки и замыкаться на несколько других. Это состояние неустойчиво, поэтому, как показали еще советские исследователи, оно вызывает вспышки, выбросы солнечного вещества, появление аркад, скрученных петель самых разных масштабов. Возникновение высоких концентраций тока, то есть токовых слоев в окрестности точек пересоединения магнитных линий, и последующее разрушение слоев ведут к выделению свободной энергии магнитного поля в виде вспышек. Существование токовых слоев было надежно подтверждено экспериментально.

Установлено интересное свойство иерархии процессов солнечного энерговыделения. Масштаб их простирается от редких громадных вспышек до частых мелких вспышек, которые в миллиарды раз слабее и наблюдаются в виде ярких рентгеновских точек во внешне спокойных областях. Все вспышки имеют общие свойства, поэтому солнечную атмосферу до самых малых масштабов можно рассматривать как систему с развитой турбулентностью. Эти данные, подтвержденные многими космическими аппаратами, существенно поколебали представления ученых о спокойном Солнце, которому раньше приписывали отсутствие нетепловых процессов.

Космические аппараты «SOHO», «STEREO», «SDO», «КОРОНАС-Ф» детально изучили самые мощные проявления солнечной активности — корональные выбросы массы. Оказалось, что чаще всего они имеют форму скрученных петель. Выбросы связаны с прорывом всплывающего магнитного потока в корону, вместе с которым движется и плазма.

Загадка нейтрино

Если стандартная модель Солнца верна, то оно должно излучать безмассовые элементарные частицы — нейтрино, которые рождаются при ядерном синтезе. Однако ведущиеся многие десятилетия эксперименты по ловле нейтрино вы-

международного, главным образом российско-украинского, сотрудничества. «КОРОНАС-И» (1994), «КОРОНАС-Ф» (2001—2005) — эти искусственные спутники Земли изучали структуру и динамику солнечной короны, переходного к ней слоя атмосферы и наблюдали солнечную активность. За годы их работы получено немало данных о Солнце.

КОРОНАС-Фотон (2009) был запущен для изучения передачи энергии от Солнца к атмосфере, механизмов ускорения солнечного ветра, исследования вспышек и магнитных штормов. На орбите он просуществовал меньше года и был потерян из-за неисправности системы энергообеспечения при полной исправности комплекса научной аппаратуры. Аппарат получил и передал на Землю около четырехсот гигабайт научной информации.

За время полета дюжина приборов спутника детектировала широкий спектр электромагнитных волн и частиц. Время активного функционирования аппарата пришлось на период спокойного Солнца, поэтому крупных вспышек зафиксировано не было. Из-за этого часть научной аппаратуры так и не удалось использовать в полной мере.

Получены и уникальные результаты. В частности, прибор «Сфинкс» зафиксировал микровспышки в ультрафиолете, которые до этого не удавалось поймать другими аппаратами. С помощью телескопов «ТЕСИС» были изучены короткоживущие активные структуры на поверхности Солнца. Прибор «Пингвин-М» успешно измерил вспышки в мягком рентгеновском диапазоне. Прибор «ФОКА» измерил солнечный ультрафиолет, что позволило провести анализ состава и особенностей верхней атмосферы Земли. Передаваемую в Росгидромет каждые четверть часа информацию с этих приборов наряду с изображениями диска Солнца, полученными прибором «ТЕСИС», использовали для прогнозирования земных магнитных бурь до запуска аппарата «Метеор».

Действующие солнечные миссии

SOHO, 1995 (Solar and HelioPhysics Observatory, солнечная и гелиофизическая обсерватория)

Проект НАСА и ЕКА с космическим аппаратом, разработанным консорциумом из Европейского союза, запущен в точку

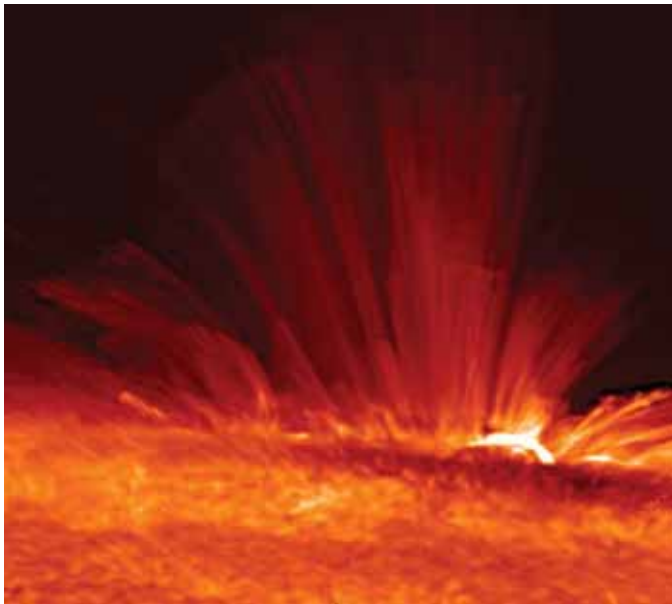


Фото ЕКА

Обсерватория «Hinode» зафиксировала, как 20 ноября 2006 года линии магнитного поля вертикально выходят из солнечного пятна в окружающее пространство. Они видны благодаря взаимодействию горячего газа с полем

явили так называемый нейтринный парадокс. Число частиц, обнаруженных разными методами и рожденных в ядерных реакциях разных типов, всегда оказывалось в несколько раз меньше теоретически предсказанного — от трети до половины. Значит, либо неверна модель Солнца, либо мы плохо знаем нейтрино.

Для объяснения парадокса выдвигались самые разные гипотезы. Так как ядерный синтез сильно зависит от температуры в центре звезды, то первым делом предположили, что она определена неверно. Детальный анализ совокупности экспериментальных данных вел к неоднозначным выводам.

Лагранжа между Землей и Солнцем (то есть туда, где все гравитационные силы, действующие на спутник, уравновешиваются и он может там находиться, не тратя энергию на коррекцию орбиты) первоначально всего на два года. Но проект оказался настолько успешным, что экспедицию продлили до 2012 года. На борту размещены двенадцать разных приборов, позволяющих проводить масштабные исследования Солнца. Помимо научных данных, аппарат регулярно поставляет информацию о космической погоде, непосредственно влияющей на Землю.

TRACE, 1998 (Transition Region and Coronal Explorer, исследователь переходного слоя и короны)

Одна из экспедиций программы НАСА малых аппаратов-исследователей. Он представляет собой космический телескоп для получения изображений высокого разрешения фотосферы и переходного к короне слоя. Цель — изучение корональных петель, а также связей между тонкой структурой магнитного поля и солнечной плазмой.

RHESSI, 2002 (Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager, солнечный спектрограф высоких энергий имени Рёвена Рамати)

Шестая из экспедиций малых аппаратов НАСА, названная в честь выдающегося ученого в области солнечной физики высоких энергий. Ее цель — получение изображений солнечных вспышек в диапазоне 3 КэВ — 20 МэВ, то есть от мягкого рентгена до гамма-излучения, а также их высокоразрешающая спектроскопия по частоте и пространству.

STEREO, 2006 (Solar Terrestrial Relations Observatory, обсерватория солнечно-земных связей)

Два почти идентичных аппарата, запущенных на земную орбиту, которые движутся впереди и позади Земли. Они предназначены для получения стереоскопических объемных изображений солнечных явлений. Аппараты несут

С одной стороны, недостаток нейтрино свидетельствовал в пользу более низкой температуры. С другой стороны, сравнение распределений по энергиям нейтрино от разных реакций говорило, что температура должна быть выше.

Эту теоретическую загадку удалось разрешить в предположении, что нейтрино обладает малой массой и тремя разновидностями: электронное, мюонное и тау-нейтрино. Предполагается, что электронное нейтрино преобразовывается (осциллирует) в два других по пути от солнечного ядра до расположенного на Земле детектора. Вместе же их получается ровно столько, сколько предсказывает стандартная модель. Экспериментальные свидетельства в пользу нейтринных осцилляций было получено в начале XXI века в Канаде. И все же это объяснение вызывает много вопросов и пока не завоевало всеобщего признания физиков. Поэтому возникают другие гипотезы

Темные материи светил

Астрономы хорошо знают, что наблюдаемое движение галактик не удается описать с помощью закона всемирного тяготения. Либо неточен закон, либо во Вселенной существует невидимая масса — темная материя, которая взаимодействует с веществом только гравитационно. Млечный Путь, как и остальные галактики, должен притягивать темную материю и находиться в ее облаке. В 2010 году группа испанских

ультрафиолетовые и обычные видеокамеры, детекторы радиоволн и частиц солнечного ветра.

Hinode, 2006 (Рассвет)

Японская экспедиция, совместная с США и Великобританией, изучает взаимодействие магнитного поля Солнца и его короны. На борту космического аппарата размещены оптический и рентгеновский солнечные телескопы, ультрафиолетовый спектрометр.

SDO, 2010 (Solar Dynamics Observatory, солнечно-земная обсерватория)

Экспедиция НАСА, предназначенная для определения влияния Солнца на Землю и околоземное пространство по данным исследований солнечной атмосферы с высоким пространственным и временным разрешением в широком диапазоне длин волн. Установлены три аппарата: ультрафиолетовый и атмосферный телескопы, магнитно-сейсмический картограф.

исследователей из Института корпускулярной физики при университете Валенсии попыталась с помощью этой модели разрешить нейтринный парадокс.

Их идея в том, что частицы темной материи должны накапливаться внутри массивных объектов, в частности внутри звезд: согласно закону Ньютона, в центре массивного объекта сила тяжести равна нулю. Здесь частицы темной материи захватывают часть энергии вещества и передают ее на периферию, что ведет к охлаждению ядра относительно внешних частей звезды. Поэтому и поток нейтрино окажется уменьшенным в сравнении с предсказаниями стандартной модели.

В том же году было опубликовано и другое теоретическое исследование на ту же тему. Ученые из Оксфорда утверждали, что частицы темного вещества не только снижают поток солнечных нейтрино, но и меняют структуру и химический состав Солнца относительно стандартной модели. В рамках предложенной теории, по имеющимся экспериментальным данным о потоках нейтрино, были определены величина снижения температуры ядра Солнца и вероятность взаимодействия частиц темного вещества с атомами. Это дает возможность более целенаправленно искать легкие частицы темной материи массами 4—10 ГэВ в экспериментах, которые проходят в США и Италии.

Астропроблемы

Нейтринный парадокс — не единственная из нерешенных проблем Солнца. К примеру, неясен процесс нагрева его короны. Вопрос состоит в том, откуда на это берется энергия, как она протекает в корону и в ней распределяется. Предложено несколько физических механизмов. Это и нагрев волнами, рожденными в конвективной зоне, и энерговыделение при множественном пересоединении магнитных силовых линий, и ряд других.

Аппаратура для Солнца

Космические аппараты дают возможность изучить Солнце в тех диапазонах электромагнитных волн, в которых наблюдение с Земли недоступно из-за рассеяния атмосферой, — ультрафиолетовом и рентгеновском. Кроме того, аппараты могут вести исследования с самых разных точек космического пространства, в том числе и вне плоскости вращения Земли по орбите. Специальные зонды могут долго оставаться в сравнительной близости от звезды. Космический эксперимент во многих случаях оказывается более чистым — он позволяет исключить помехи от влияния Земли.

К примеру, одна из насущных задач космических зондов — изучение солнечного ветра, потока частиц, истекающего в гелиосферу. Американский аппарат «Ulysses» детально исследовал эту активность над плоскостью эклиптики, определил гелиоширотную зависимость скорости ветра. Для фазы минимума солнечного цикла эта зависимость до-

У всех на слуху нынешний «сбой» в периодической солнечной активности — современный недостаток солнечных пятен по сравнению с предсказанным их количеством, который длится по крайней мере с 2009 года. Это порождает вопросы о происхождении двенадцатилетнего солнечного цикла и причинах его нестабильности. Примерно одиннадцатилетнюю его периодичность связывают и с движением Юпитера, и с периодичностью интенсивности космических галактических лучей. В гипотезах же о влиянии солнечного цикла на земную погоду или самочувствие людей и разноречивых данных на этот счет недостатка нет.

Еще одна проблема — это источники солнечного ветра. Некоторые исследователи полагают, что он формируется вдоль границ магнитной сетки хромосферы и затем его плазма с ускорением выбрасывается через открытые в пространстве магнитные силовые линии. Неясны также механизмы солнечного динамо, то есть образования магнитного поля Солнца. Непонятны запускаящие процессы вспышек и выбросов массы. И это далеко не все.

Тенденция дальнейшего совершенствования солнечных космических исследований — это прежде всего увеличение пространственного и временного разрешения наблюдаемых явлений. Она связана с задачами детального изучения поверхности Солнца, получения разных ракурсов одних и тех же явлений, а также их трехмерных карт. Все это служит основной цели ясного понимания механизмов существования нашей звезды

Подготовлено с использованием материалов статьи В.Д.Кузнецова, «Успехи физических наук», 2010, №9



Созданный в Институте астрофизики МИФИ прибор «ФОКА» изучал ультрафиолетовое излучение Солнца и верхних слоев атмосферы Земли

статочно проста: устойчивый высокоскоростной ветер из полюсов и изменчивый низкоскоростной из приэкваториальных областей. В фазе максимальной активности установить различие между полярными и экваториальными источниками пока не удается. Напомним, что в 2012—2013 годах нас ожидает максимум солнечной активности.

Солнце, как главный источник космической погоды, возмущает не только гелиосферу. Его ветер и магнитные поля воздействуют и на магнитосферу

Земли. Это ведет к магнитным бурям. Поэтому так важны результаты проекта «STEREO», представляющего собой два космических аппарата, которые вращаются по земной орбите. Один движется впереди Земли, другой позади, оба наблюдают закрытые от земного взгляда области светила. Это позволяет заранее предсказывать и затем отслеживать выбросы солнечной массы, контролировать столкновение их фронтов с магнитосферой Земли, а также создавать трехмерные карты магнитных полей.

Космических солнечных проектов у человечества немало. В 2005 году был завершен российский четырехлетний проект «КОРОНАС-Ф», в 2009-м — «КОРОНАС-Фотон». В том же 2009 году закончен грандиозный проект «Ulysses», продолжавшийся без малого два десятилетия. Активно действуют еще полдюжины международных космических проектов исследования Солнца. Это «SOHO», «TRACE», «RHESSI», «Hinode», «STEREO» и «SDO», начатые соответственно в 1995, 1998, 2002, 2006, 2006 и 2009 годах. К сожалению, среди них нет отечественных, но после 2014 года намечен запуск российского «Интергелиозонда». За рубежом также готовятся к запуску несколько новых космосолнечных программ.

Химия пламени

И.А.Леенсон

Фото А.Князантинов

*Чем проклинать тьму,
лучше зажечь хотя бы
одну маленькую свечу.*

Конфуций

В начале

Первые попытки понять механизм горения связаны с именами англичанина Роберта Бойля, француза Антуана Лорана Лавуазье и русского Михаила Васильевича Ломоносова. Оказалось, что при горении вещество никуда не «исчезает», как наивно полагали когда-то, а превращается в другие вещества, в основном газообразные и потому невидимые. Лавуазье в 1774 году впервые показал, что при горении из воздуха уходит примерно пятая его часть. В течение XIX века ученые подробно исследовали физические и химические процессы, сопровождающие горение. Необходимость таких работ была вызвана прежде всего пожарами и взрывами в шахтах.

Но только в последней четверти XX века были выявлены основные химические реакции, сопровождающие горение, и по сей день в химии пламени осталось немало темных пятен. Их исследуют самыми современными методами во многих лабораториях. У этих исследований несколько целей. С одной стороны, надо оптимизировать процессы горения в топках ТЭЦ и в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания, предотвратить взрывное горение (детонацию) при сжатии в цилиндре автомобиля воздушно-бензиновой смеси. С другой стороны, необходимо уменьшить количество вредных веществ, образующихся в процессе горения, и одновременно — искать более эффективные средства тушения огня.

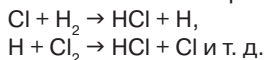
Существуют два вида пламени. Топливо и окислитель (чаще всего кислород) могут принудительно или самопроизвольно

подводиться к зоне горения порознь и смешиваться уже в пламени. А могут смешиваться заранее — такие смеси способны гореть или даже взрываться в отсутствие воздуха, как, например, пороха, пиротехнические смеси для фейерверков, ракетные топлива. Горение может происходить как с участием кислорода, поступающего в зону горения с воздухом, так и при помощи кислорода, заключенного в веществе-окислителе. Одно из таких веществ — бертолетова соль (хлорат калия $KClO_3$); это вещество легко отдает кислород. Сильный окислитель — азотная кислота HNO_3 : в чистом виде она воспламеняет многие органические вещества. Нитраты, соли азотной кислоты (например, в виде удобрения — калийной или аммиачной селитры), легко воспламеняются, если смешаны с горючими веществами. Еще один мощный окислитель, тетраоксид азота N_2O_4 — компонент ракетных топлив. Кислород могут заменить и такие сильные окислители, как, например, хлор, в котором горят многие вещества, или фтор. Чистый фтор — один из самых сильных окислителей, в его струе горит вода.

Цепные реакции

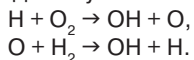
Основы теории горения и распространения пламени были заложены в конце 20-х годов прошлого столетия. В результате этих исследований были открыты разветвленные цепные реакции. За это открытие отечественный физикохимик Николай

Николаевич Семенов и английский исследователь Сирил Хиншельвуд были в 1956 году удостоены Нобелевской премии по химии. Более простые неразветвленные цепные реакции открыл еще в 1913 году немецкий химик Макс Боденштейн на примере реакции водорода с хлором. Суммарно реакция выражается простым уравнением $H_2 + Cl_2 = 2HCl$. На самом деле она идет с участием очень активных осколков молекул — так называемых свободных радикалов. Под действием света в ультрафиолетовой и синей областях спектра или при высокой температуре молекулы хлора распадаются на атомы, которые и начинают длинную (иногда до миллиона звеньев) цепочку превращений; каждое из этих превращений называется элементарной реакцией:



На каждой стадии (звене реакции) происходит исчезновение одного активного центра (атома водорода или хлора) и одновременно появляется новый активный центр, продолжающий цепь. Цепи обрываются, когда встречаются две активные частицы, например $Cl + Cl \rightarrow Cl_2$. Каждая цепь распространяется очень быстро, поэтому, если генерировать «первоначальные» активные частицы с высокой скоростью, реакция пойдет так быстро, что может привести к взрыву.

Н.Н.Семенов и Хиншельвуд обнаружили, что реакции горения паров фосфора и водорода идут иначе: малейшая искра или открытое пламя могут вызвать взрыв даже при комнатной температуре. Эти реакции — разветвленно-цепные: активные частицы в ходе реакции «размножаются», то есть при исчезновении одной активной частицы появляются две или три. Например, в смеси водорода и кислорода, которая может спокойно храниться сотни лет, если нет внешних воздействий, появление по той или иной причине активных атомов водорода запускает такой процесс:



Таким образом, за ничтожный промежуток времени одна активная частица (атом H) превращается в три (атом водорода и два гидроксильных радикала OH), которые запускают уже три цепи вместо одной. В результате число цепей лавинообразно растет, что моментально приводит к взрыву смеси водорода и кислорода, поскольку в этой реакции выделяется много тепловой энергии. Атомы кислорода присутствуют в пламени и при горении других веществ. Их можно обнаружить, если направить струю сжатого воздуха поперек верхней части пламени горелки. При этом в воздухе обнаружится характерный запах озона — это атомы кислорода «прилипли» к молекулам кислорода с образованием молекул озона: $O + O_2 = O_3$, которые и были вынесены из пламени холодным воздухом.

Возможность взрыва смеси кислорода (или воздуха) со многими горючими газами — водородом, угарным газом, метаном, ацетиленом — зависит от условий, в основном от температуры, состава и давления смеси. Так, если в результате утечки бытового газа на кухне (он состоит в основном из метана) его содержание в воздухе превысит 5%, то смесь взорвется от пламени спички или зажигалки и даже от ма-



Самодельные зажигалки времен Великой Отечественной (Одна сделана из патрона от авиационной пушки)

ленькой искры, проскочившей в выключателе при зажигании света. Взрыва не будет, если цепи обрываются быстрее, чем успевают разветвляться. Именно поэтому была безопасной лампа для шахтеров, которую английский химик Хэмфри Дэви разработал в 1816 году, ничего не зная о химии пламени. В этой лампе открытый огонь был отгорожен от внешней атмосферы (которая могла оказаться взрывоопасной) частой металлической сеткой. На поверхности металла активные частицы эффективно исчезают, превращаясь в стабильные молекулы, и потому не могут проникнуть во внешнюю среду.

Полный механизм разветвленно-цепных реакций очень сложен и может включать более сотни элементарных реакций. К разветвленно-цепным относятся многие реакции окисления и горения неорганических и органических соединений. Таковой же будет и реакция деления ядер тяжелых элементов, например плутония или урана, под воздействием нейтронов, которые выступают аналогами активных частиц в химических реакциях. Проникая в ядро тяжелого элемента, нейтроны вызывают его деление, что сопровождается выделением очень большой энергии; одновременно из ядра вылетают новые нейтроны, которые вызывают деление соседних ядер. Химические и ядерные разветвленно-цепные процессы описываются сходными математическими моделями.

Что надо для начала

Чтобы началось горение, нужно выполнить ряд условий. Прежде всего температура горючего вещества должна превышать некое предельное значение, которое называется температурой воспламенения. Знаменитый роман Рэя Бредбери «451 градус по Фаренгейту» назван так потому, что примерно при этой температуре (233°C) загорается бумага. Это «температура воспламенения», выше которой твердое топливо выделяет горючие пары или газообразные продукты разложения в количестве, достаточном для их устойчивого горения. Примерно такая же температура воспламенения и у сухой сосновой древесины.

Температура пламени зависит от природы горючего вещества и от условий горения. Так, температура в пламени метана на воздухе достигает 1900°C, а при горении в кислороде — 2700°C. Еще более горячее пламя дают при сгорании в чистом кислороде водород (2800°C) и ацетилен (3000°C). Недаром пламя ацетиленовой горелки легко режет почти любой металл. Самую же высокую температуру, около 5000°C (она зафиксирована в Книге рекордов Гиннеса), дает при сгорании в кислороде легкокипящая жидкость — субнитрид углерода C_4N_2 (это вещество имеет строение дицианоацетилена $NC-C\equiv C-CN$). А по некоторым сведениям, при горении его в атмосфере озона температура может достигать до 5700°C. Если же эту жидкость поджечь на воздухе, она сгорит красным



Безопасная лампа Дэви изображена на испанской марке слева, а справа — почтовая марка, посвященная 100-летию со дня рождения Н.Н.Семенова



копящим пламенем с зелено-фиолетовой каймой. С другой стороны, известны и холодные пламена. Так, например, горят при низких давлениях пары фосфора. Сравнительно холодное пламя получается и при окислении в определенных условиях сероуглерода и легких углеводородов; например, пропан дает холодное пламя при пониженном давлении и температуре от 260—320°C.

Только в последней четверти XX века стал проясняться механизм процессов, происходящих в пламени многих горючих веществ. Механизм этот очень сложен. Исходные молекулы обычно слишком велики, чтобы, реагируя с кислородом, непосредственно превратиться в продукты реакции. Так, например, горение октана, одного из компонентов бензина, выражается уравнением $2C_8H_{18} + 25O_2 = 16CO_2 + 18H_2O$. Однако все 8 атомов углерода и 18 атомов водорода в молекуле октана никак не могут одновременно соединиться с 50 атомами кислорода: для этого должно разорваться множество химических связей и образоваться множество новых. Реакция горения происходит многостадийно — так, чтобы на каждой стадии разрывалось и образовывалось лишь небольшое число химических связей, и процесс состоит из множества последовательно протекающих элементарных реакций, совокупность которых и представляется наблюдателю как пламя. Изучать элементарные реакции сложно прежде всего потому, что концентрации реакционно-способных промежуточных частиц в пламени крайне малы.

Внутри пламени

Оптическое зондирование разных участков пламени с помощью лазеров позволило установить качественный и количественный состав присутствующих там активных частиц — осколков молекул горючего вещества. Оказалось, что даже в простой с виду реакции горения водорода в кислороде $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ происходит более 20 элементарных реакций с участием молекул O_2 , H_2 , O_3 , H_2O_2 , H_2O , активных частиц H , O , OH , HO_2 . Вот, например, что написал об этой реакции английский химик Кеннет Бэйли в 1937 году: «Уравнение реакции соединения водорода с кислородом — первое уравнение, с которым знакомится большинство начинающих изучать химию. Реакция эта кажется им очень простой. Но даже профессиональные химики бывают несколько поражены, увидев книгу в сотню страниц под названием «Реакция кислорода с водородом», опубликованную Хиншельвудом и Уильямсоном в 1934 году». К этому можно добавить, что в 1948 году была опубликована значительно большая по объему монография А.Б.Налбандяна и В.В.Воеводского под названием «Механизм окисления и горения водорода».

Современные методы исследования позволили изучить отдельные стадии подобных процессов, измерить скорость, с которой различные активные частицы реагируют друг с другом и со стабильными молекулами при разных температурах. Зная механизм отдельных стадий процесса, можно «собрать» и весь процесс, то есть смоделировать пламя. Сложность такого моделирования заключается не только в изучении всего комплекса элементарных химических реакций, но и в необходимости учитывать процессы диффузии частиц, теплопереноса и конвекционных потоков в пламени (именно последние устраивают завораживающую игру языков горящего костра).

Откуда все берется

Основное топливо современной промышленности — углеводороды, начиная от простейшего, метана, и кончая тяжелыми углеводородами, которые содержатся в мазуте. Пламя даже простейшего углеводорода — метана может включать до ста элементарных реакций. При этом далеко не все из них



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

изучены достаточно подробно. Когда горят тяжелые углеводороды, например те, что содержатся в парафине, их молекулы не могут достичь зоны горения, оставаясь целыми. Еще на подходе к пламени они из-за высокой температуры расщепляются на осколки. При этом от молекул обычно отщепляются группы, содержащие два атома углерода, например $C_8H_{18} \rightarrow C_2H_5 + C_6H_{13}$. Активные частицы с нечетным числом атомов углерода могут отщеплять атомы водорода, образуя соединения с двойными $C=C$ и тройными $C\equiv C$ связями. Было обнаружено, что в пламени такие соединения могут вступать в реакции, которые не были ранее известны химикам, поскольку вне пламени они не идут, например $C_2H_2 + O \rightarrow CH_2 + CO$, $CH_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H + N$.

Постепенная потеря водорода исходными молекулами приводит к увеличению в них доли углерода, пока не образуются частицы C_2H_2 , C_2H , C_2 . Зона сине-голубого пламени обусловлена свечением в этой зоне возбужденных частиц C_2 и CN . Если доступ кислорода в зону горения ограничен, то эти частицы не окисляются, а собираются в агрегаты — полимеризуются по схеме $C_2H + C_2H_2 \rightarrow C_4H_2 + H$, $C_2H + C_4H_2 \rightarrow C_6H_2 + H$ и т. д. В результате образуются частицы сажи, состоящие почти исключительно из атомов углерода. Они имеют форму крошечных шариков диаметром до 0,1 микрометра, которые содержат примерно миллион атомов углерода. Такие частицы при высокой температуре дают хорошо светящееся пламя желтого цвета. В верхней части пламени свечи эти частицы сгорают, поэтому свеча не дымит. Если же происходит дальнейшее слипание этих аэрозольных частиц, то образуются более крупные частицы сажи. В результате пламя (например, горящей резины) дает черный дым. Такой дым появляется, если в исходном топливе повышена доля углерода относительно водорода. Примером могут служить скипидар — смесь углеводородов состава $C_{10}H_{16}$ (C_nH_{2n-4}), бензол C_6H_6 (C_nH_{2n-6}), другие горючие жидкости с недостатком водорода — все они при горении коптят. Коптящее и ярко светящее пламя дает горящий на воздухе ацетилен C_2H_2 (C_nH_{2n-2}); когда-то такое пламя использовали в ацетиленовых фонарях, установленных на велосипедах и автомобилях, в шахтерских лампах. И наоборот: углеводороды с высоким содержанием водорода — метан CH_4 , этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} (общая формула C_nH_{2n+2}) — горят при достаточном доступе воздуха почти бесцветным пламенем. Смесь пропана и бутана в виде жидкости под небольшим давлением находится в зажигалках, а также в баллонах, которые используют дачники и туристы; такие же баллоны установлены в автомобилях, работающих на газе. Сравнительно недавно было обнаружено, что в копоти часто присутствуют шарообразные молекулы, состоящие из 60 атомов углерода; их назвали фуллеренами, а открытие этой новой формы углерода было озаглавлено присуждением в 1996 году Нобелевской премии по химии.





Города и гены

Город — это скопление множества людей на небольшой площади. Один чихнул — десять заразились. Поэтому в древности городское население, практически лишенное медицинской помощи, должно было, теоретически, постоянно болеть и вымирать. Однако оно не вымерло, более того, города процветали, и урбанизация планеты неуклонно набирала обороты. Объяснение этому парадоксу предложил английский генетик Марк Томас. По мнению профессора Томаса, крупные поселения сохранились потому, что среди их жителей шел эффективный отбор на невосприимчивость к болезням. Но если это так, то цивилизации с долгим «урбанистическим стажем» должны быть более устойчивы к инфекциям, чем исконно сельские. Для проверки своей гипотезы Томас с коллегами из Лондонского и Оксфордского университетов определил у представителей семнадцати народов Старого Света частоту аллеля (*SLC11A1 1729 + 55del4*), который обеспечивает устойчивость к туберкулезу и некоторым другим инфекционным заболеваниям.

Городскую жизнь не назовешь здоровой, и не только из-за скученности людей. В города привозят товары из дальних стран, а вместе с ними и воз-

будителей неизвестных ранее болезней. Урбанизации нередко сопутствуют животноводство и орошение земель, а это дополнительные источники инфекции. (Например, в Италии, Франции и Испании в свое время запретили сеять рис, чтобы не умножать очаги малярии.) Однако нам трудно судить о том, чем и как часто на самом деле болели люди древности. Археологам и антропологам достаются скелеты, на которых большинство инфекций не оставляет следов. Есть, конечно, письменные источники, но они крайне редко описывают жизнь крупного поселения с момента его основания. Приходится руководствоваться общими соображениями, согласно которым у жителей крупных поселений гораздо больше шансов заразиться, чем у обитателей малонаселенных мест.

Ген *SLC11A1*, распределение аллелей которого исследовали английские генетики, очень известен. Он кодирует специфичный для макрофагов мембранный белок-переносчик, необходимый для раннего уничтожения внутриклеточных паразитов, таких, как возбудители лейшманиоза, проказы или туберкулеза. Определенные аллели этого гена стимулируют деятельность макрофагов и способствуют, таким образом, устойчивости к патогенам. Но, с другой стороны, гиперактивация макрофагов может вызвать аутоиммунные заболевания. Поэтому варианты гена, обеспечивающие устойчивость к инфекционным болезням, и не вытеснили все остальные.

Особенно хорошо изучено влияние разных аллелей *SLC11A1* на устой-

чивость к туберкулезу. Некоторые аллели повышают восприимчивость людей к этому заболеванию, другие, наоборот, понижают. Такова и распространенная мутация (*SLC11A1 1729 + 55del4*), вызванная небольшой делецией, то есть утратой нескольких нуклеотидов. М. Томас и его коллеги исследовали частоту встречаемости (*SLC11A1 1729 + 55del4*) у народов Старого Света, перечисленных в таблице. Примерно у сотни (а в некоторых случаях у нескольких сотен) представителей каждого народа получали образцы ДНК и методом ПЦР определяли наличие или отсутствие в них искомого аллеля. Новый Свет из анализа исключен, поскольку ученым мало что известно о распространении тамошних болезней до прихода европейцев. Да и урбанистических цивилизаций там было гораздо меньше, чем в Старом Свете.

Чтобы определить «урбанистический стаж» цивилизации, исследователи перерыли горы специальной литературы и установили даты основания старейших крупных поселений с высокой плотностью жителей. Далеко не каждый город был густо заселен. Например, в железном веке в Британии было много кельтских укрепленных поселений, которые римляне называли оппидами. Хотя они и считались административными центрами, постоянных жителей там было немного. Люди стекались в оппиды на время военных действий или на праздники, так что численность населения в течение года довольно сильно колебалась. Команда Марка Томаса исключала из исследования древние оппиды, зато учитывала

Народ	Первый известный город	Дата основания	Длительность разведения скота (лет)	Частота аллеля <i>SLC11A1 1729 + 55del4</i> в популяции
Иранцы	Сузы	3250 до н. э.	10 000	1,00
Итальянцы	Тарквиния	720 до н. э.	9900	1,00
Анатолийские турки	Чатал-Куюк	6000 до н. э.	10 400	0,990
Англичане	Колчестер	55	1800	0,979
Корейцы	Тонгоро	100 до н. э.	5500	0,956
Индусы	Хараппа	2725 до н. э.	9900	0,948
Греки	Кносс	1700 до н. э.	9000	0,947
Японцы	Нара	710	1800	0,922
Китайцы Сычуани	Саньсиндуй	2000 до н. э.	7000	0,885
Эфиопы	Аксум	100	5000	0,865
Берберы	Картаж	800 до н. э.	5000	0,854
Гамбийцы	Батерст	1816	6000	0,842
Якуты	Якутск	1632	0	0,821
Южные суданцы	Джуба	1919	5000	0,772
Камбоджийцы	Ангкор Борей	300 до н. э.	4000	0,769
Саамы	Кируна	1900	0	0,766
Малавийцы	Блантайр	1880	5000	0,734



НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

поселения типа Чатал-Куюка (Турция), который, не будучи ни ремесленным, ни административным центром, был набит жителями, как арбуз семечками. Исследователей интересовала именно плотность населения, а не официальный статус города.

Естественно, определенный таким образом «урбанистический стаж» не всегда достоверен. Могли ошибиться историки и археологи, или городская жизнь шла с большими перерывами. Некоторые города имели локальное влияние, и процессы, в них происходившие, не затрагивали все население страны. Однако исследователи сочли, что эти неизбежные ошибки не должны усиливать возможную корреляцию между «стажем урбанизации» и частотой аллеля (*SLC11A1 1729 + 55del4*), скорее, они будут эту корреляцию ослаблять, поэтому на возможные исторические неточности можно смело закрыть глаза.

Оказалось, что между стажем урбанизации и частотой (*SLC11A1 1729 + 55del4*) действительно существует достоверная прямая зависимость, причем довольно сильная. Следовательно, при высокой плотности населения отбор сдвигает распределение аллелей в сторону (*SLC11A1 1729 + 55del4*) и поддерживает его высокую частоту. Такой отбор мог быть вызван многими инфекциями, но самую значительную роль, по мнению английских исследователей, сыграл туберкулез — болезнь распространенная и древняя. Еще в вавилонском кодексе Хаммурапи, созданном в середине 1700-х годов до н. э., было закреплено право на развод с женой, больной туберкулезом. Генетическая предрасположенность к

этой болезни зависит главным образом от гена *SLC11A1*, что доказано исследованиями многих ученых по всему миру. Что касается внешних факторов, то роль скученности населения в восприимчивости к туберкулезу сомнения не вызывает.

Конечно, в больших городах человек человеку — источник инфекции, но люди заражались не только друг от друга. Помимо возбудителя человеческого туберкулеза *Mycobacterium tuberculosis*, болезнь вызывает и другая бактерия, *Mycobacterium bovis*, которую можно подцепить от крупного рогатого скота. На заре цивилизации люди жили со своей скотиной в тесном соседстве. А кое-где в больших сельских сообществах так живут и до сих пор. Исследователи учли это обстоятельство и сопоставили длительность разведения скота с распространенностью у народа аллеля (*SLC11A1 1729 + 55del4*). Показатели замечательно совпали: чем дольше люди разводят скотину, тем они устойчивее к туберкулезу. Однако эта связь оказалась слабее, чем зависимость частоты (*SLC11A1 1729 + 55del4*) от стажа городской жизни.

Интересно, что у большинства народов урбанизация и развитие животноводства шли рука об руку — приведенные в таблице данные хорошо это иллюстрируют. Исключение составляют Гамбия, Эфиопия и Судан, где люди издавна разводили скот в больших количествах, не образуя при этом крупных поселений. И на этом примере хорошо видно, что в развитии устойчивости к туберкулезу длительная скученность

людей играет несравненно большую роль, чем соседство с коровами и их *Mycobacterium bovis*.

А различается ли по устойчивости к туберкулезу городское и сельское население? На этот вопрос пока ответить довольно трудно, поскольку ученые отбирали пробы для анализа в больших городах. Тем не менее у жителей Стамбула и Тегерана они спрашивали место рождения. Как и следовало ожидать, люди приехали в мегаполис со всех концов страны, однако ни у турок, ни у иранцев исследователи не обнаружили зависимости частоты аллеля (*SLC11A1 1729 + 55del4*) от места рождения.

По словам Марка Томаса, примененный ими метод демонстрирует, как для объяснения генетической структуры популяции можно использовать исторические данные. Очевидно, когда в эпоху урбанизации инфекционные болезни стали ведущей причиной смертности и люди принялись вырабатывать к ним устойчивость, плотность населения влияла не только на здоровье популяции, но и на ее частоту некоторых аллелей. Возможно, исторический подход к генетике оправдывает себя и в других ситуациях.

Н.Резник

По материалам статьи в журнале «Evolution» за 2010 г. «Ancient urbanization predicts genetic resistance to tuberculosis». Ian Barnes, Anna Duda, Oliver G. Pybus and Mark G. Thomas (онлайн-публикация 7 октября 2010 года, DOI: 10.1111/j.1558-5646.2010.01132.x)

Измерение роста

Доктор биологических наук, профессор

Е.З. Година

НИИ и Музей антропологии МГУ

История вопроса

Антропология занимает пограничное положение между естественными науками, с одной стороны, и гуманитарными и социальными, с другой. Поэтому она предоставляет уникальные возможности для изучения физических качеств человека в культурном контексте — иначе говоря, для того, чтобы понять, как среда, в которой живет человек, воздействует на его тело.

Существует давняя традиция связывать положение человека в обществе с теми или иными особенностями строения тела. Уже в шумерских текстах 3500 года до н. э. говорится о том, что у людей с более высоким социальным статусом выше рост и крепче здоровье. Платон приписывал людям разного общественного положения разные, изначально данные им физические качества. Прямые данные о связи между социальным статусом и реконструированной длиной тела получают, исследуя костные материалы из погребений.

Но наиболее точная информация появляется с началом массовых антропометрических обследований. Конечно, сперва они проводились не с научной целью — например, в армии. Еще в XVIII веке было показано, что новобранцы из рабочих семей, которых принимали в британскую регулярную армию, на 12 см лишним сантиметров уступали в росте представителям аристократических семей, поступающим в привилегированные военные училища. Регулярные измерения, проводимые в Карлсруе в Штутгарте — школе при дворе герцога Вюртембергского, выявили существенную разницу в росте между учениками, происходившими из аристократических семей или из семей буржуа (к последнему относился и будущий глава немецкого романтизма, обучавшийся одно время в Карлсруе, — Фридрих Шиллер). В 10—11 лет дети аристократов были в



среднем на 2,5 см выше своих сверстников из семей среднего сословия, в 15 лет — на 7 см. Однако к окончанию периода роста эти различия практически исчезали. Позже эти данные были подтверждены и в других странах — в Италии, США, России. Дети, родители которых занимались физическим трудом, были ниже ростом, чем их сверстники из более обеспеченных семей.

В XIX веке подобные исследования приобрели отчетливую политическую окраску. Это было время бурного развития капитализма, когда детский труд повсеместно использовали на промышленных производствах. Рост начали рассматривать как «зеркало» социально-экономических условий.

Так было положено начало ауксологической эпидемиологии, или эпидемиологической ауксологии (от греч. *аухано* – расти; *ауксология* — раздел антропологии, изучающий рост и развитие). Виллерме во Франции, Чедвик, Гальтон и Робертс в Великобритании, Пальяни в Италии, Боудич в США (список имен и стран можно продолжать) показали наличие четкой связи между условиями жизни детей и показателями их роста. В России первые измерения детей и подростков провел в Петербурге Н.Н. Виллямовский. Затем последовали измерения И.А. Веревкина,

П.Ильинского, П.Ф.Лесгафта, Н.В.Зака, И.Старкова, Ф.Ф.Эрисмана и многих других. Были отмечены, в частности, различия между мальчиками — учащимися средних учебных заведений Москвы: мальчики из более обеспеченных семей опять-таки превосходили сверстников по длине тела и обхвату груди.

Дети рабочих и менеджеров

В XX веке было проведено множество исследований, посвященных влиянию социально-экономических факторов на размеры тела у подрастающего поколения. Для жителей практически всех стран мира выявлена закономерность: дети в более обеспеченных семьях выше и тяжелее, чем в малообеспеченных. Во многих случаях речь идет о совместном действии разных факторов: больше доход, лучше питание, жилищные условия и гигиенические навыки, меньше братьев и сестер, более внимательный уход за ребенком, ниже уровень инфекционных заболеваний и т. д. Наиболее важным детерминантом признано образование родителей. Как правило, имеется прямая зависимость между уровнем образования родителей и экономическим статусом семьи и обратная — между уровнем образования и количеством детей. А этот последний показатель связан обратной зависимостью с размерами тела: чем больше детей в семье, тем меньше их рост.

По материалам статьи Е.З.Годиной «Человеческое тело и социальный статус» в книге «Этология человека и смежные дисциплины. Современные методы исследования». / Ред. М.Л.Бутовская. М., Ин-т этнологии и антропологии РАН, 2004)

Знаменитый британский педиатр и эндокринолог Джеймс Таннер (1920—2010) отмечал, что значимые различия в росте сохраняются и у взрослых из различных социальных групп. У 20-летних англичан они составляют 3 см для мужчин и 2 см для женщин (сравнивали только две категории: представителей умственного и неквалифицированного физического труда). В исследовании здоровья и роста детей, проведенном в Великобритании начала 80-х годов, выявлены различия в размерах тела между детьми безработных и работающих отцов, относящихся к различным социальным классам.

В Великобритании существует огромная традиция социобиологических исследований, разработаны четкие определения социальных классов. Например, в одном из самых популярных классификаторов, которым по сей день пользуются социологи, экономисты и антропологи Великобритании, — «Общем регистраторе» Стивенсона общество разделено на пять классов:

- профессиональный труд (врачи, юристы, ученые);
- промежуточные занятия (учителя, медсестры, менеджеры, администраторы);
- квалифицированный труд — нефизический (клерки, работники торговли) и физический (шоферы, строители, шахтеры);
- полуквалифицированный труд (кондукторы, почтовые служащие);
- неквалифицированный труд (носильщики, уборщики).

В основу деления положен так называемый принцип социальной значимости, критерий которой — «культура или ее отсутствие», «интеллект и образование». Эта схема не означает превосходства одних классов над другими, но служит удобным инструментом для исследовательских целей.

Отметим, что в западных странах имеется соответствие между более высоким социальным классом (то есть более высоким уровнем образования) и уровнем дохода. Как будет показано ниже, в России картина иная: хотя социальная стратификация в последние 15 лет становится все заметнее, более высокий уровень образования и культуры не обязательно связан с лучшим материальным положением.

Итак, результаты современных исследований демонстрируют существование отчетливых биологических различий между представителями различных классов. Наибольшие различия касаются детского возраста: согласно знаменитому определению Таннера, показатели роста и развития детей — зеркало процессов, происходящих в обществе.

Социально-экономические факторы влияют не только на рост, но и на темпы полового созревания. Это влияние настолько сильно, что зачастую перекрывает этнотерриториальные и климатогеографические различия. Чем ниже социальный статус, тем позднее наступает зрелость, независимо от этнической принадлежности.

Наиболее чувствительный индикатор в подобных исследованиях — возраст менархе, то есть начала менструирования. Более позднее наступление менархе у девочек из менее обеспеченных слоев было описано в Польше, Судане, Венгрии, Великобритании, Ирландии, Чехии, Японии, Испании, Индии, Нигерии, Бельгии и других странах. В развивающихся странах упомянутая разница между девочками из высшей и низшей социальных категорий в возрасте менархе может достигать девяти месяцев. Однако в последнее время этот разрыв постепенно сокращается — по-видимому, из-за выравнивания условий жизни.

Среди других важных показателей следует отметить развитие ожирения. В развитых индустриальных обществах ожирение говорит о социальном неблагополучии; в слаборазвитых странах признак социального угнетения — низкая толщина подкожного жирового слоя. В обоих случаях речь идет о воздействии питания — несбалансированного или недостаточного.

Социальные классы различаются также по многим другим медико-статистическим показателям. Но мы в дальнейшем будем рассматривать главным образом рост, телосложение и время полового созревания.

Россия и СССР

Взаимосвязь между социальными факторами и показателями развития детей привлекла внимание русских исследователей уже в XIX веке. Однако после революции 1917 года и особенно с конца 1930-х годов число работ, отражающих социальные подходы к проблемам биологии человека, снижается, постепенно сходя на нет — и отнюдь не из-за отсутствия интереса к подобной тематике.

В 1920-е годы публикации по данной теме еще появлялись. Признанный классик отечественной антропологии Я.Я.Рогинский одну из своих первых работ (1926) посвятил анализу влияния различных условий жизни на прорезывание первых молочных зубов у ребенка. Он показал, что сроки прорезывания зубов зависят от «номера» беременности, возраста родителей и веса ребенка при рождении, а также отметил более раннее появление зубов у детей квалифицированных



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

рабочих, снижение веса и более позднее прорезывание зубов у детей безработных.

Одним из тех, кто заложил теоретические и методические основы социального подхода в отечественной антропологии и медицине, был выдающийся российский ученый В.В.Бунак. В 1926 году при Государственном институте социальной гигиены Наркомздрава организовано Центральное антропометрическое бюро (ЦАБ), где при участии известных антропологов и медиков В.В.Бунака, Л.А.Сыркина, В.Г.Штефко начали накапливаться обширные ауксологические материалы. В числе задач, стоящих перед ЦАБ, было наблюдение за физическим развитием населения, в том числе и различных его групп. При участии Бунака была разработана унифицированная методика антропометрических исследований, начато обсуждение принципов статистического анализа, нормативов физического развития.

Значительный интерес для темы нашей статьи представляют «штандарты физического развития школьников». (В то время главным языком общения ученых был немецкий, и привычные нам «стандарты» произносили и писали через «ш».) В 1928 году дети школьного возраста были наиболее подробно обследованной в антропометрическом отношении группой населения. При этом штандарты «антропометрических измерений и физиологических величин» были разработаны для разных групп, как правило, однородных по профессиональному составу родителей. Однако с 1930-х годов работы, посвященные изучению физических различий в зависимости от социального статуса, исчезают со страниц научных журналов. В тоталитарной стране, которой стал СССР, изучение социальных классов могло быть оценено как «политически неблагонадежное».

Возрождение социального подхода в отечественной науке относится к 1970—1980-м годам, когда в медико-гигиенических исследованиях наряду с биологическими стали рассматриваться и социальные факторы. В частности, мы

предприняли попытку выявить зависимость между социальными детерминантами — то есть образованием, профессией родителей — и показателями роста и развития московских школьников 80-х годов. Эта попытка практически не дала результатов. За исключением тонкого слоя недосыгаемых и «неизмеряемых» детей номенклатурной элиты остальная масса московской детской популяции оказалась на удивление гомогенной, что можно объяснить примерно одинаковыми условиями жизни большей части населения при социализме. К такому же выводу — об отсутствии значимых социальных различий в показателях физического развития детей и подростков в ряде советских республик — пришли и другие исследователи. Таким образом, утверждение о том, что СССР — «бесклассовое» общество, в какой-то мере соответствовало действительности.

Что такое «секулярный тренд»?

Как же обстоят дела с изучением взаимоотношений между социальным статусом и физическими характеристиками в настоящее время? Эта проблема тесно связана с таким важным биосоциальным феноменом, как процесс акселерации, или секулярный тренд.

Акселерации соматического развития (от лат. *acceleration* — ускорение) посвящено огромное количество литературы. Например, вы одном из сравнительно недавних обзорных томов, анализирующий ход акселерации в Европе в последние десятилетия XX века, насчитывается около 30 оригинальных статей по отдельным странам, каждая из которых включает сотни библиографических ссылок («*Secular Growth Changes in Europe*», Bodzsar, Susanne (eds.), Budapest: Eotvos Univ. Press, 1998). Под акселерацией понимают ускорение развития детей и подростков по сравнению с предыдущими поколениями (таблицы 1, 2). Однако этот же термин часто используют и для характеристики внутригруппового расслоения по темпам развития (например, «акселерированные» или «ретардированные» дети — те, у которых биологический возраст обгоняет паспортный или отстает от него). Поэтому в зарубежной литературе с 1960—1970-х годов появляется термин «секулярный тренд». В социологии и экономике термин «секулярный» часто употребляют в смысле «длительный, долговременный». Кроме того, своим происхождением он, очевидно, связан с латинским словом «*saeculum*» — поколение.

Удачное определение секулярного тренда принадлежит известному зарубежному ауксологу Барри Богину: «Се-

Таблица 1
Изменения длины тела молодых мужчин призывного возраста в разных странах мира за сто лет. Обратите внимание, как сильно различается прирост

Страна	1880	1980	Разница за 100 лет в см
Нидерланды	165,2	180,3	15,1
Дания	167,7	179,8	12,1
Швейцария	163,5	175,5	12,0
Германия (Западная)	166,6	178,0	11,5
Швеция	168,6	179,1	10,5
Норвегия	169,3	179,5	10,2
Бельгия	165,5	175,3	9,8
Италия	162,8	172,2	9,4
Франция	165,4	173,8	8,4
Испания	163,7	171,3	7,6
Португалия	163,4	167,1	3,7

Malina R.M. Secular trends in growth, maturation and physical performance: A review. // *Przegląd Antropologiczny – Anthropol. Review*, 2004, vol. 67, 3-31

Таблица 2
Изменения длины тела молодых русских мужчин призывного возраста в XX веке

Годы рождений	Длина тела, см	Число обследованных
1911—1920	169,1	11 722
1921—1930	166,8	7 119
1931—1940	167,9	6 676
1941—1950	169,0	100 000
1951—1960	172,0	150 000
1961—1970	173,6	200 000
1971—1980	177,0	300 000
1981—1985	177,0	400 000

Миронов Б. Благополучие населения и революции в имперской России, XVIII — начало XX века. — Москва: Новый хронограф, 2010. 911 с.

кулярный тренд — это процесс изменения средних размеров или формы тела индивидов в популяции от поколения к поколению. Такие изменения могут быть положительными (когда размеры тела увеличиваются) или отрицательными (когда они уменьшаются)».

Одним из первых на межпоколенные различия в размерах тела обратил внимание основатель американской антропологической школы Франц Боас. Он отметил, что дети-мигранты отличаются по показателям роста от исходных популяций, и впервые высказал представление о пластичности процессов роста, об их адаптации к окружающей среде. Изучая учеников частной школы имени Хораса Манна Колумбийского университета, Боас заключил, что с 1909 по 1935 год они «выросли». Он же выдвинул в качестве причины улучшения социально-экономических условий жизни.

Здесь уместно упомянуть и о других гипотезах секулярного тренда. Их можно условно разделить на две группы: экзогенные (средовые) и эндогенные (наследственные). Большинство авторов вслед за Боасом считают причиной улучшения условий жизни, в первую очередь питания: возросшее потребление животных белков и жиров, а также молока, сахара, витаминов, развитие гигиенических навыков, уменьшение размеров семьи, успехи медицины и др. Очевидно, что это предположение справедливо. Во время войн, социальных и экологических бедствий всегда отмечается снижение средних размеров тела у детей, замедление полового созревания. С этой же точки зрения можно объяснить и различия в темпах акселерации у представителей различных социальных слоев.

Причиной акселерации называют и влияние городских условий: ускоренный темп жизни, информационные потоки, шумовые воздействия, атмосферное загрязнение, гиподинамия и т. д. (так называемая теория урбанизационной травмы). Критики этой гипотезы отмечают, что она не объясняет социальных различий в темпах акселерации и феномен акселерации у сельских жителей. На мой взгляд, противоречия здесь нет: можно предположить, что перечисленные факторы затрагивают и сельских жителей, по крайней мере, основную их массу, живущую в развитых странах.

Многие авторы пытаются найти основную причину акселерации в факторах наследственности. Интересную попытку объяснить акселерацию с позиции гетерозиса, то есть дальнородственного скрещивания, предприняли российские генетики Ю.П.Алтухов, В.А.Шереметьева и Ю.Г.Рычков (см. «Химию и жизнь», 2000, № 10). Отсутствием гетерозиса можно объяснить, например, ничтожно малую скорость секулярного тренда (4,5 мм за десятилетие с 1880 по 1970 год) у белого населения Южно-Африканской Республики, без сомнения, относящегося к высокому социально-экономическому слою.

В последние годы получили распространение теории, связывающие феномен акселерации с действием «космических» факторов, например меняющимся уровнем солнечной и геомагнитной активности. Отмечается, что волны эпохального увеличения или уменьшения размеров тела наблюдаются в истории человечества не впервые. Так, в Древней Греции и Древнем Риме возраст менархе был более ранним, чем в эпоху Средневековья: 12—15 и 17,5—18 лет соответственно.

Немало загадок задают и изменения размеров тела в процессе эволюции человека и ископаемых гоминид. Боль-



шинство исследователей выделяет в нем две основные фазы. Первая, длившаяся около 2 млн. лет (австралопитековые), характеризовалась сравнительно небольшими размерами тела. Так, длина тела знаменитой Люси — *Australopithecus afarensis* — равнялась всего 120—130 см. У *Homo erectus* длина и вес тела резко увеличиваются и по существу достигают современных значений. Этот скачок, по мнению некоторых ученых, связан с изменением характера питания древних гоминид, а именно более интенсивным употреблением мяса. Неандертальцы стали несколько ниже ростом, но их вес увеличился. Предполагается также, что развивались они быстрее современных людей. Кроманьонцы были выше неандертальцев, но в целом на протяжении последних 35 тысяч лет они (то есть мы) уменьшались в росте.

Согласно палеоантропологическим данным, максимальными размеры тела человека на территории нашей страны были в неолите, минимальными — в Средневековье. Сходные тенденции описаны и немецкими исследователями. Можно предположить существование «волн» эпохальных изменений, продолжительностью от десятков тысячелетий до десятилетий. Можно предположить также, что в разные периоды вступают в действие различные факторы или, по крайней мере, вклад их неодинаков: на «длинных волнах» действуют в первую очередь эволюционные «космические» факторы, с укорочением периода на первый план выходят «земные» — социально-экономические и

другие. Как справедливо указывает Дж.М.Таннер, наиболее доказуемы все же социально-экономические причины.

В целом, если вспомнить давний спор биологов, начатый еще во времена Френсиса Гальтона, «nature or nurture» — природа или воспитание, генетика или среда — там, где речь идет о феномене секулярного тренда, «или» следует заменить на «и». Скорее всего, генетические и средовые факторы тут действуют совместно.

О наших детях

Из всего, о чем говорилось в предыдущих разделах, понятно, насколько необходим широкомасштабный мониторинг ростовых процессов у детей разных национальностей, проживающих в разных условиях — и прежде всего в «эпоху перемен». Рассмотрим некоторые тенденции, наблюдаемые в последние годы, на примере исследований московских школьников в трех временных срезах — 1970-е, 1980-е и 1990-е.

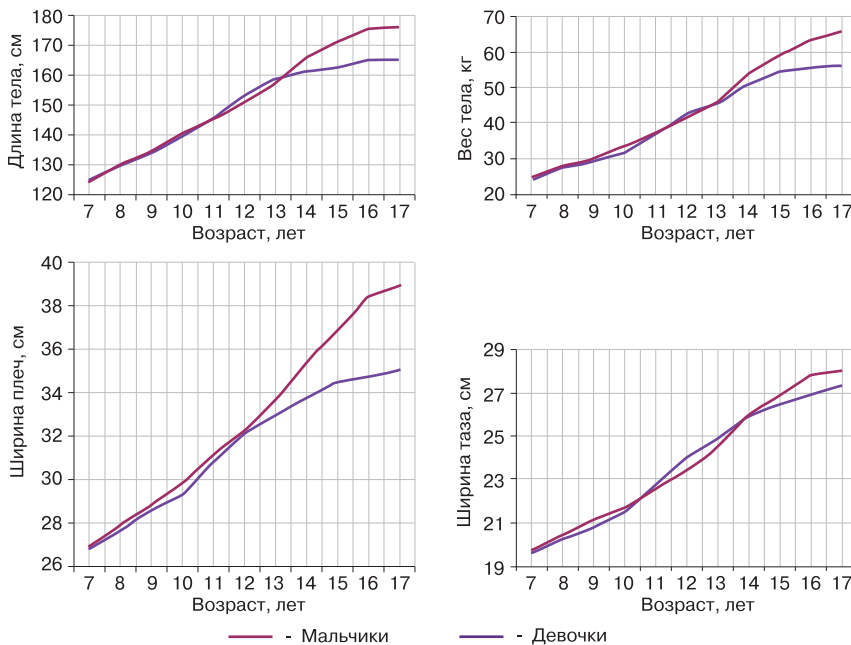
Длина тела быстрее всего изменялась в 1970—1980 годы, а в последнее десятилетие стабилизировалась, хотя тенденция к увеличению еще сохраняется. Увеличение веса имело место у мальчиков на протяжении первых двух серий измерений. Между 80-ми и 90-ми годами достоверных различий по весу не выявлено. У девочек изменения веса были выражены на протяжении всех трех серий измерений. Однако в последнее десятилетие XX века (а у девочек и раньше) вес начинает снижаться. Между тем в других странах

по-прежнему, хотя и в разной степени, вес детей растет. Еще более выразительны изменения обхвата груди. И у мальчиков, и у девочек этот показатель уменьшается. Подобная тенденция характерна и для других поперечных и обхватных размеров, а также жировых складок.

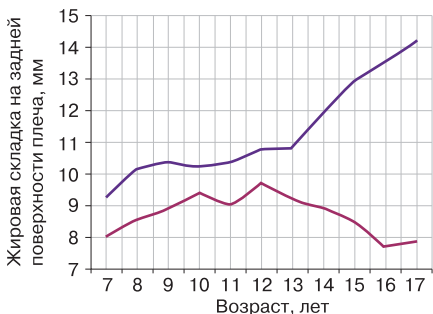
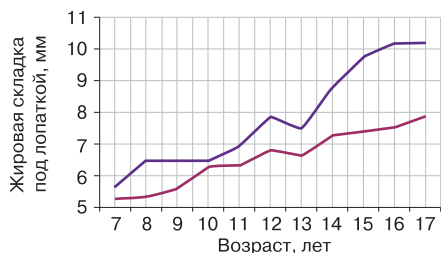
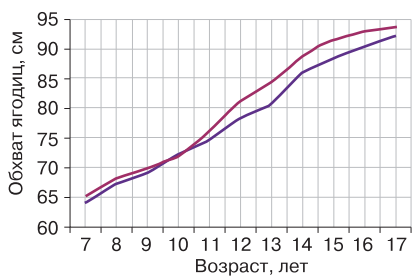
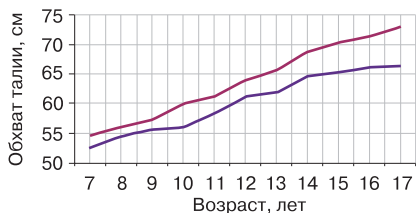
На рис. 1 приведены ростовые кривые измерительных признаков у московских мальчиков и девочек, обследованных в 90-е годы. Возрастная динамика длины тела выглядит обычно, с двумя перекрестами (в 11—13 лет девочки перерастают сверстников, затем мальчики снова становятся выше). При этом на кривых веса картина иная: московские девочки практически не обгоняют мальчиков по этому показателю даже на протяжении пубертатного периода, как и по ширине плеч. Но, пожалуй, самое удивительное — это возрастная динамика ширины таза. Хорошо известно из литературы, что девочки должны опережать мальчиков по этому показателю на протяжении всего периода роста, однако на графике видно, что девочки лишь в пубертатном периоде незначительно обгоняют мальчиков.

На рис. 2 представлены возрастные изменения некоторых обхватных размеров и жировых складок. Здесь все выглядит более предсказуемо: по обхвату талии мальчики обгоняют девочек, а по обхвату ягодиц, напротив, девочки оказываются впереди мальчиков. В последнем случае различия, однако, весьма невелики. Средние величины обхвата талии и ягодиц у 17-летних девушек — 66,21 и 93,81 см, что весьма близко к двум последним членам «магической» пропорции — «90 60 90». (Обхват груди «по Бунаку» измеряется не так, как на конкурсах красоты, поэтому первый член соотношения оказывается существенно меньше — 78,67 см.)

Мы видим, что в последнее десятилетие XX века изменения некоторых размеров тела у московских детей и подростков приняли другое направление. Если длина тела стабилизировалась на средневропейском уровне, то вес, обхватные, некоторые широтные размеры, а также подкожное жиротложение снижаются, особенно у девочек.



1 Кривые размерных признаков у русских детей Москвы. «Синдром Барби» в действии: маленькие москвички пока еще перегоняют мальчиков по росту с пятого по седьмой класс, но при этом практически не опережают их ни по весу, ни по ширине плеч, а по ширине таза девичьи могут отставать от юношей...



— Мальчики — Девочки

2 *Кривые обхватных признаков у русских детей Москвы. Здесь все пока еще выглядит почти традиционно*

Сдвиги в направлении, которое в быту именуется «узкой костью» и «худобой», антропологи называют астенизацией телосложения.

Известно, что акселерация соматического развития всегда сопровождается некоторой астенизацией. В последние 15—20 лет эти тенденции значительно усилились, что подтверждает и распределение детей по типам конституции (согласно схеме Штефко Островского, рис. 3). Согласно нашим данным, в 90-е годы существенно увеличивается процент детей с астеноидным и торакальным типами (в некоторых возрастных группах более чем вдвое), снижается процент встречаемости мышечного типа и несколько увеличивается процент детей с дигестивным типом конституции. В 1990-е годы процент детей с астеноидным типом конституции, по нашим данным, доходит до 5% у девочек и 8—9% у мальчиков старших возрастов. По данным других авторов, эти цифры значительно выше. Подобные же результаты были получены и в конце последнего десятилетия.

Очень важно, что как по литературным, так и по нашим собственным данным у современных детей и подростков снижаются характеристики физической крепости организма (таблица 3). «Молодежь нынче пошла хилая» — к сожалению, это подтверждает статистика.

Одно из самых распространенных объяснений связывает астенизацию с ухудшением социально-экономических условий в России 1990-х годов. Подобного мнения придерживаются также чешские и польские аукологи на основании своих данных. Эта точка

зрения хорошо обоснована, но свою роль могла сыграть и другая причина: стремление молодых людей, в особенности девушек, соответствовать неким «идеальным» представлениям о том, как они должны выглядеть.

«Биологическое тело» становится все более зависимым от социальных влияний. При этом, с одной стороны, социальные факторы воздействуют на биологические характеристики, а с другой — вновь обретенные параметры становятся инструментом социальной мобильности. Происходит смена стереотипов — «от матрешки к Барби». Как сообщил Джон Коули на II Международной конференции «Экономика и биология человека» (Мюнхен, 2004), в США женщины с более высоким индексом массы тела, в первую очередь белые, испытывают трудности при приеме на работу. Человеческое тело «вылепляется» в соответствии с заданными канонами и требованиями социума.

В большей степени это относится к городской молодежи, поскольку она менее физически активна и испытывает на себе более мощное давление СМИ. Особенно сильно давление должно ощущаться в странах бывшего социалистического лагеря, где о рекламных роликах и профессии фотомодели еще двадцать лет назад знали только понаслышке. Конечно, это лишь одна из гипотез, но она в какой-то степени позволяет объяснить, почему эти тенденции сильнее выражены у девушек, и в первую очередь — у девушек из более образованных семей. О стремлении подростков соответствовать модному типу телосложения пишут и западные

ученые. А в одном японском исследовании сообщается, что молодые женщины (18—21 года) склонны были видеть у себя проявления излишней полноты, тогда как, судя по результатам измерений, речь могла идти скорее о дефиците веса.

Умный — не значит обеспеченный

Во многих развитых индустриальных странах социальный градиент выравнивается, уменьшаются различия в условиях жизни. В других же, особенно в странах бывшего соцлагеря, происходит обратный процесс. Поэтому представляется особенно интересным проследить за социальной стратификацией в нашей стране и попытаться определить влияние этого процесса на физические параметры подрастающего поколения.

Во время антропологического обследования мы проводили анкетирование, учитывающее ряд биологических и социально-экономических параметров. Затем мы использовали данные по профессии и уровню образования отца и матери. В качестве основного детерминирующего фактора был выбран уровень образования родителей.

Все индивидуальные данные объединили в три группы в зависимости от уровня образования матери или отца: 1 — без образования (школьное); 2 — среднее специальное образование; 3 — высшее образование. Также выделили группы по количеству детей в семье: один ребенок, два или более двух. В дальнейшем результаты усреднялись по категориям — в отдельности по образованию отца, образованию матери и количеству детей в семье.

Прежде всего выяснилось, что организмы мальчиков и девочек реагируют на социально-экономические факторы неодинаково. Если у мальчиков все показатели значимо увеличиваются с повышением уровня образования отца, то у девочек картина прямо противополо-



3 *Четыре типа телосложения, слева направо: астеноидный, торакальный, мышечный и дигестивный. Астеноидный, торакальный и дигестивный типы в последнее время встречаются чаще, мышечный — реже*

ложная: самыми крупными оказались дочери отцов, окончивших только среднюю школу. Однако нельзя утверждать, что в этой группе наиболее благоприятные условия для девочек. Картины «благополучия» дают признаки, связанные с увеличением веса, обхватных размеров, развитием жировоголожения. Ни по длине тела, ни по величине костных диаметров значимых различий между группами девочек, сформированными по уровню образования отца, не выявляется. Зато обнаружены достоверные различия для всех трех групп между собой по грудному указателю — грудная клетка делается менее выпуклой при повышении социального ранга, учитываемого по образованию отца. Интересно, что наибольшие различия отмечены между 1-й и 2-й группой (отцы без образования или со средним образованием). Различия между девочками из 2-й и 3-й группы (среднее или высшее образование отцов) невелики.

У мальчиков: наибольшие различия опять-таки наблюдаются между 1-й и 2-й группой. Однако у них отмечен статистически достоверный прирост показателей от 1-й ко 2-й группе (сыновья отцов без образования и со средним специальным образованием). При этом наиболее информативными признаками оказываются костные — длина тела и диаметры (плечевой, тазовый, грудной поперечный).

А что с образованием матери? Если у мальчиков направление изменчивости по этой переменной в целом такое же, как и в предыдущем случае, то у девочек влияние уровня образования матери вообще не обнаруживается. У мальчиков более достоверно выделяются сыновья матерей со средним специальным образованием: у них максимальны почти все изученные размеры. Сыновья матерей с высшим образованием уступают сверстникам из предыдущей группы практически по всем параметрам, хотя статистически достоверные различия отмечены только по очень небольшому количеству признаков.

Таким образом, по показателям развития мальчиков из семей родителей с разным уровнем образования можно выделить некое подобие «среднего» класса, не имеющего никакого отношения к трактовке понятия «класс» в зарубежной литературе. Это семьи родителей со средним специальным образованием, которые в силу ряда причин, связанных со специфическими особенностями развития российского общества, оказались в более благоприятной экономической ситуации. Во всяком случае, можно сделать четкий вывод, что высшее образование родителей в современной России вовсе не гарантирует благополучия их детей.

Таблица 3

Функциональные показатели 17-летних юношей и девушек Москвы: сравнение данных разных лет

Функциональные показатели	1960—1969	1991	2001—2004
Сила сжатия правой кисти (кг)	54,6	44,0	36,0
Жизненная емкость легких (л)	4,5	—	4,3
Сила сжатия правой кисти (кг)	33,4	26,2	19,4
Жизненная емкость легких (л)	2,7	—	3,0

Мишкова Т.А. Морфофункциональные особенности и адаптационные возможности современной студенческой молодежи в связи с оценкой физического развития. Автореф. дисс. канд. биол. наук. М., 2010. 25 с.

Согласно некоторым литературным данным, различия в размерах тела девочек и мальчиков из семей родителей разного уровня образования и профессиональной принадлежности однонаправлены и выражены у мальчиков в большей степени. В нашем случае мы сталкиваемся с несколько иной ситуацией.

Итак, представители более высокого социального статуса характеризуются большими размерами тела (в первую очередь мальчики) и пониженным жировымложением (признак, в большей степени свойственный девочкам). В последнем случае речь идет не только о величинах толщины подкожного жирового слоя, но и о его распределении: так, для подростков с более низким социальным статусом характерно большее развитие жира на туловище, а не на конечностях.

Дети становятся более разными

Следующий вопрос: как антропологические параметры подростков менялись во времени, именно в тот период, когда менялись социальные воздействия — с 80-х по 90-е?

В 80-е годы отцы с высшим образованием были у более половины всех обследованных девочек и 40% мальчиков, а группа отцов со средним специальным образованием составляла всего 13—15%. В 90-е насыщенность всех трех групп примерно одинакова и составляет для детей обоего пола около 30%. В группах по образованию матери таких существенных подвижек не произошло, за исключением того, что группа матерей без образования у девочек составила в 90-е годы около 39% всех обследованных против 31% в 80-е. По количеству детей в семье наиболее многочисленной, как и в предыдущее десятилетие, оказалась вторая группа



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

(двое детей), но третья группа (трое детей и больше) в 90-е годы составила почти 10—11% против 4—7% в предыдущее десятилетие.

Ростовые характеристики детей и подростков изменяются в ответ на изменения социальных переменных. Мальчиков характеризуют те же тенденции, что и в 80-е годы, но степень различий существенно меняется. Если в прежнее десятилетие образовательный уровень отца или матери оказывал лишь минимальное влияние, то в 90-е годы этот эффект усилился. Важно подчеркнуть также, что реакция мальчиков и на образование отца, и на образование матери в целом сходна: морфологические показатели повышаются от 1-й группы к 3-й. Тенденции, связанные с количеством детей в семье, за прошедшее десятилетие не изменились, но опять-таки значительно усилились.

Иное дело — девочки. Если в 80-е годы основным детерминантом для них был уровень образования матери, то в 90-е он вообще перестал оказывать влияние на ростовые параметры девочек. Что касается образования отца, то здесь проявились прямо противоположные тенденции. В 80-е годы основные морфологические показатели девочек увеличивались с ростом образовательного уровня отца, как и следовало ожидать. В 90-е годы самые высокие значения параметров, особенно по весу и показатели развития жировоголожения, выявлены у дочерей отцов без образования.

Конечно, полученных материалов недостаточно для того, чтобы делать исчерпывающие выводы: так, мы не располагали точными данными о семейном доходе. Но даже имеющиеся данные показывают, что за 10—15 лет «перестройки» в обществе произошли изменения, которые отразились на характеристиках роста и полового созревания московских детей и подростков. Расслоение нашего общества — реальность, которую необходимо учитывать не только исследователям, но и врачам, и педагогам. И, разумеется, тут необходимы дальнейшие наблюдения.





© Світлана Ковалева | Dnesnaqizne.com

Реклама и ребенок: взрослые проблемы

Кандидат педагогических наук

А.А.Левицкая,

Таганрогский институт
управления и экономики

Маркетинг, ориентированный на детей, — не новое явление, однако сегодня оно имеет более широкий размах, чем когда-либо. По подсчетам аналитиков, общий объем российского рынка детских товаров и услуг колеблется от четырех до семи миллиардов долларов. По мнению многих исследователей, современные дети стали самой лакомой аудиторией для маркетологов потому, что они приобрели большую покупательскую способность, а также большее влияние на своих родителей по сравнению с предыдущим поколением. Третья причина, по которой рекламодатели обращают пристальное внимание на детей, очевидна: с будущими взрослыми покупателями надо работать уже сегодня.

Как реклама воздействует на психику детей? Какова специфика рекламы товаров, нацеленной на детей? Достаточно ли мер государственного регули-



рования рекламы, или необходимо саморегулирование в отрасли? Можно ли защитить детей от рекламы? Эти и другие вопросы продолжают оставаться на повестке дня. Некоторые возможные ответы вы найдете в этой статье.

Будущий покупатель сегодня

Ребенок, говоря рекламным языком, — это потребитель «три в одном»: он тратит свои карманные деньги, влияет на покупки родителей, а в будущей взрослой жизни потратит уже заработанные деньги на любимые бренды. Например, только в США дети до 12 лет тратят в среднем 50 миллиардов долларов в год, подростки — в три раза больше, кроме того, дети побуждают родителей приобретать товары почти на 600 миллиардов долларов.

Исследование американского Национального института семьи и массмедиа показало, что в среднем американский ребенок видит 40 тысяч рекламных роликов в год, а трехлетние дети уже узнают логотипы брендов. Существуют специализированные агентства детского маркетинга (одно из первых на постсоветском пространстве — агентство «Кидс Маркет Консалтинг» на Украине). Они проводят опросы детей в возрасте от 4 до 18 лет для скрупулезного изучения их образа жизни и потребительского поведения, привлекая специалистов в области психологии, педагогики и медицины. В одном из последних опросов исследователи выяснили, например, что половина детей (48%) имеют у себя в комнате свой телевизор и могут смотреть те ТВ-каналы и передачи, которые хотят. Информацию о новых продуктах, рекламных акциях, премьерах фильмов и мультфильмов дети предпочитают получать из рекламы по телевизору (84%).

Вот что думают маркетологи, работающие на детскую аудиторию до 14 лет (которая, между прочим, составляет пятую часть населения России), о своих потенциальных потребителях:

— современные дети — это поколение «здесь и сейчас», они интерактивны и нетерпеливы (моментальная связь с помощью SMS, телефона, ICQ, чата, электронной почты; быстрая еда; высокая динамика кинофильмов и музыкальных клипов);

— товары играют важную роль в общении со сверстниками, будь то компьютерная игра, сайт для скачивания музыки или новая «фишка» на рынке игрушек — обладание товаром становится ключом к признанию и популярности;

— дети предпочитают те товары, кампания по продвижению которых задействует как можно больше органов чувств — чтобы стать популярным, герой комикса должен появиться в фильме, мультсериале, игре и на прилавке с игрушками.

А вот что думают родители, педагоги и психологи по поводу рекламы, адресованной детям и использующей образы детей (это далеко не полный список претензий):

— реклама заставляет детей желать вещи, которые не могут себе позволить их родители, тем самым провоцируя комплекс неполноценности;

— под влиянием рекламы ребенок выклянчивает желанную вещь у родителей;

— реклама сладких газированных напитков и других продуктов фастфуда с повышенным содержанием сахара, соли и жиров развивает привычку к нездоровому питанию;

— иногда в рекламе детские персонажи показаны в небезопасных ситуациях или совершают опасные действия, которые дети могут имитировать в жизни. Некоторые ролики откровенно иллюстрируют «вредные советы». Например, предприимчивый мальчишка приближается к гриппующему другу и просит чихнуть на него, чтобы заболеть и не пойти на контрольную (реклама противовирусного препарата, который давала ему заботливая мама, — в результате герою ролика так и не удается подхватить грипп). И, несмотря на надписи «Не повторять» или, как в другом ролике, — «Трюк выполнен профессионалами», реклама уже сделала свое дело, и обязательно найдутся ребята, которые попробуют проделать то же самое в жизни.

Нынешние дети совсем не те, что были прежде. Если раньше на вопрос «кем ты хочешь стать, когда вырастешь?» дети отвечали «врачом», «космонавтом», «ученым», то сейчас один из наиболее распространенных вариантов — «хочу, когда вырасту, зарабатывать много денег». Многие учителя и детские психологи полагают, что одна из причин эпидемии материалистических ценностей среди детей — реклама. Они обеспокоены воздействием рекламы на развитие самооценки и формирование ценностей ребенка, которые в итоге порождают чувство неудовлетворенности или, напротив, нарциссизм.

Тем не менее сваливать всю вину на рекламу по меньшей мере близоруко. В западных странах часто утверждают, что детей с лишним весом становится больше из-за рекламы. Но ведь существуют и другие факторы, провоцирующие ожирение. Статистика показывает, что проблема лишнего веса в большей степени затрагивает семьи с низким уровнем дохода, в которых родители не могут покупать качественные, но дорогие продукты питания и у которых нет свободного времени для приготовления еды дома. Другие причины — сокращение школьной программы физической культуры, несбалансированное питание в школе... Поэтому, говоря о рекламе и детях, нельзя абстрагироваться от социального контекста. Обвиняя во всех бедах рекламу, мы отвлекаем внимание от более значимых причин.

Как это работает?

Какие составляющие рекламы наиболее привлекательны для детей? Конечно, это мультипликационные герои, всякие зверушки, юмор, музыка, песенка и дети в качестве персонажей. Что касается сюжета, то в большинстве произведений массовой медиакультуры прослеживаются отголоски библейских мотивов, древнегреческих мифов, сказки о Золушке, Красной Шапочке, Змее Горыныче, Синей Бороде, Али Бабе и сорока разбойниках и т. п. Безусловно, аудитория (например, школьная) может не замечать этого, но все равно будет неосознанно тянуться к сказочности, фантастическому действию, мифологическим героям. Так и в рекламных

сюжетах. Мама, которая так часто моет посуду, что ей не нашлось места на детском рисунке (Золушка), из посудомойки превращается в Женщину, весело проводит досуг с мужем и ребенком (едет на бал), а волшебный Мистер (Джинн) приходит на помощь и отмывает всю грязь (исполняет любые желания хозяина лампы).

Как отмечают психологи, из всех методов психологического воздействия рекламы на детей наибольшее влияние оказывают методы заражения, подражания и внушения. Внушение (суггестия) – это прямое воздействие одного человека на другого (или группу людей), оно основано на некритичном восприятии информации, которая подается неаргументированно, бездоказательно, повторяется несколько раз. Внушение, как правило, носит вербальный характер. Этот метод работает, поскольку цельная личность ребенка еще не сформировалась. Дети младшего возраста воспринимают рекламу буквально и эмоционально, доверяют брендам.

Механизм подражания эффективен благодаря желанию ребенка быть похожим на популярную, авторитетную для него личность, например супергероя, «крутого» парня либо девочку чуть старше себя. У детей подражание играет важную роль в становлении речи, но не только. Развитие мотивации детей также проходит от подражания к сознательной постановке цели. Ребенок как бы присваивает различные модели поведения, ценности и мировоззрение взрослых.

Для подростков интерес к знаменитостям – одна из форм социализации и самоутверждения. Звезды кино и музыкальной индустрии превратились в рекламоносителей: то, что они едят, пьют и носят, становится модным среди молодежи. На этом психологическом приеме воздействия основана технология product placement (размещение товара) – упоминание, показ или использование персонажей товара определенной марки в фильме, телесериале, передаче, игре и любых других медиатекстах. Например, куклы, в которые играет Пуговка из сериала «Папины дочки», витамины, которыми бабушка угощает внука, шампунь, которым пользуются «дочки», – все это исподволь формирует потребительские предпочтения юных зрителей.

Механизм заражения – зритель бессознательно перенимает образец поведения, или информационный посыл особенно воздействует на старших подростков, поэтому его часто используют при проведении массовых развлекательных мероприятий. Эффект заражения также проявляется в совершении незапланированных покупок в условиях очередей. Психологи бьют тревогу, потому что дети, в отличие от взрослых, еще не могут противопоставлять воздействию собственные установки.

Реклама – везде!

Какие средства массовой коммуникации и другие каналы используются для рекламы, нацеленной на детскую и подростковую аудиторию? В первую очередь это телевидение. По данным «Гэллп Медиа», ведущей исследовательской компании в области СМИ и рекламы, в России телевизор смотрят около четырех миллионов детей в возрасте 8–14 лет. В среднем – два с половиной часа в день. Доля детско-юношеских передач (не включая кинофильмы и анимацию) на российском телевидении составляет около одного процента вместо установленного российским законодательством минимума в 7–10% от общего эфирного времени канала. С января 2008 года длительность рекламы не может превышать девяти минут в час (ранее – 13 минут). Таким образом, в день ребенок видит около 20 минут телевизионной рекламы.

Кроме телевизионных роликов, реклама обращается к школьникам и подросткам через детские журналы, через щиты, плакаты, растяжки и вывески на улицах, через продакт плейсмент и игрушки в виде любимых персонажей, через изо-

бражения персонажей на продовольственных и промышленных товарах, через рекламу в школе (компании спонсируют определенные программы, мероприятия, праздники, распространяют сувенирную продукцию). Наконец, через социальные сети и виртуальные клубы – детям нравится чувствовать свою принадлежность к определенному кругу.

Сегодня Интернет – самый динамично развивающийся плацдарм рекламы. В России домашним Интернетом пользуются почти четыре миллиона детей в возрасте 8–14 лет, то есть около 40% всех школьников. Интернет-маркетинг делает детей наиболее уязвимыми. Заполняя онлайн-анкеты, дети могут раскрыть информацию личного характера, тем самым давая возможность маркетологам индивидуально подбирать рекламу для конкретного ребенка. Более того, интернет-реклама мимикрирует под развлекательное содержание сайта таким образом, что ребенок младшего возраста зачастую не может ее распознать.

Жанр игры позволяет разработчикам придумывать массу интересных ходов для размещения рекламы. На сайте известного журнала «Мурзилка» рекламодателям предлагается создать и разместить игровую рекламу «в виде сказок, раскрасок, комиксов и настольных игр» (www.murzilka.ru). На сайте neopets.com миллионы детей из разных стран заботятся о виртуальных животных, зарабатывая в конкурсах и играх виртуальные деньги, чтобы платить за их содержание. Среди компаний, которые «помогают» ухаживать за зверушками, – «Марс», «Нестле», «Келлогс», «Проктер энд Гэмбл» и др. А вот как привлекают рекламодателей создатели модного российского детского интернет-портала Твиди.ру: «Нам не важно, сколько лет нашим рекламодателям. Сколько бы вам ни было лет, мы сумеем перевести ваши взрослые слова на детский язык. Рекламные размещения на Твиди разработаны с учетом интересов детской и подростковой аудитории. На Твиди вы не просто размещаете рекламу – вы даете детям возможность «поиграть с брендом». Результат сотрудничества с такими крупными мировыми брендами, как «Двадцатый Век Фокс», «Юниверсал Пикчерз», «Парамаунт Пикчерз», «Нестле», ИКЕА, компания Уолта Диснея, можно увидеть в конкурсах, викторинах, форумах и играх на сайте.

Реклама не только размещается на интернет-сайтах – сайты, а теперь уже и целые социальные сети, специально создаются как часть рекламной кампании. Например, поначалу целевую аудиторию бренда «Cheetos» (чипсы) составляли дети от 8 до 12 лет. Мультипликационного гепарда Честера, персонажа «Читос», разработчики бренда характеризуют так: «искатель приключений, смешной, шумный, веселый, дружелюбный, крутой и легко идущий по жизни, энергичный и просто обожает Читос». В каждой пачке чипсов ребенок мог найти переводную татуировку или «тазо» – картонный или металлический вкладыш. Рекламная стратегия была основана на страсти Честера заполучить Читос (рекламный слоган «Честер лю-любит Читос»). В качестве основного медийного канала компания выбрала телевидение, особенно каналы с большим количеством детских программ, а также Интернет и детские журналы.

Однако через несколько лет продажи начали падать, потому что утрачивалась связь с потребителем. И тогда бренд-менеджеры запустили новую коммуникационную кампанию, нацеленную на современных подростков. Теперь Честера изображают в модной, молодежной одежде и аксессуарах, и не только на упаковке и в телевизионной рекламе, но и в интерактивной онлайн-промоакции благодаря первой в России брендированной социальной сети (www.otmocheetos.ru), созданной специально для этого. На сайте можно загружать и скачивать картинки, видео и музыку, общаться в чате и читать блог популярного исполнителя Димы Билана, участвовать в конкурсе талантов через онлайн музыкальный

генератор («Засвети таланты»). Обновленный Читос также интегрировался в компьютерные онлайн-игры, ежедневная аудитория которых — 700 тысяч человек.

Наглядные примеры того, как рекламодатели «внедряют» рекламу своих товаров и услуг в содержание медиапродукции для детей подобно секретным агентам, не призывая напрямую к покупке, можно увидеть и в детских печатных изданиях: задание «найди 10 отличий между двумя картинками» рекламирует детскую косметику, рецепт приготовления мороженого — творожки. Рекламисты также делают ставку на страсть детей к коллекционированию. Но если их родители собирали в детстве календарики, марки или монеты, то теперь дети коллекционируют серии игрушек, а также наклейки, карточки, медальоны и прочие «приманки» из ежемесячных детских журналов, которые покупают исключительно ради новых коллекционных экземпляров.

Когда все это началось?

Когда же начался этот «беби-маркет бум»? Пионером в области маркетинга для детей можно назвать компанию Уолта Диснея. В 1929 году, всего несколько лет спустя после начала анимационного кинопроизводства, Дисней запустил интенсивную кампанию по лицензированию сопутствующей продукции. Можно было купить футболку, зубную щетку, тарелку, часы с портретом Микки-Мауса. Так реклама мультипликационных фильмов проникала в каждый дом, и, наоборот, мультфильмы стимулировали продажи фирменной продукции.

Еще один вклад корпорации «Дисней» в развитие мирового маркетинга — именно она разрушила строгую сезонную зависимость спроса на игрушки. Если прежде американские родители покупали своим детям игрушки в основном к Рождеству, то с приходом на рынок Диснея объемы несезонных покупок значительно увеличились.

Одно из самых ярких творений маркетологов детской продукции двадцатого века — кукла Барби. В 1958 году она стала первой куклой в образе утрированно «совершенной» взрослой женщины и позволила даже самым маленьким девочкам разыгрывать сюжеты из взрослой жизни. Барби создана для того, чтобы покупать одежду, носить украшения и делать макияж. При этом продажи аксессуаров для Барби приносили больше дохода, чем сами куклы: если в середине шестидесятых годов кукла стоила около трех долларов, то полная коллекция ее гардероба, которую нужно было регулярно обновлять, обходилась родителям более чем в сто тридцать долларов!

Рестораны фастфуда («Макдоналдс», «Бургер Кинг» и др.) давно использовали призы и бонусы для привлечения покупателей. Однако ставку на игрушки начали делать только в конце восьмидесятых годов. Маркетинговые отделы поняли, что большая часть продаж происходит благодаря детям: это они диктуют родителям, куда заехать перекусить, а на их выбор, в свою очередь, влияет приз, который обещает та или иная сеть. Один из самых эффективных способов привлечь детскую аудиторию — положить в упаковку с товаром игрушку, изображающую персонажа популярного художественного или анимационного фильма.

Насколько велико влияние рекламы?

Сегодня нет устоявшейся научной школы по изучению влияния рекламы на детей, не хватает прочной базы масштабных, длительных исследований в этой области, причем не только в России, но и в других странах, где реклама появилась гораздо раньше. Однако отдельные исследования, разумеется, проводились. Так, в 2003 году исследователи из Института человека Российской академии наук Н.Н. Авдеева и Н.А. Фоминых



РАССЛЕДОВАНИЕ

предприняли экспериментальное исследование, чтобы выяснить, как дети разного возраста воспринимают телевизионную рекламу и как она влияет на поведение юного зрителя. В исследовании принимали участие дети шести — восьми лет и их родители, а также шестиклассники и учащиеся выпускных классов.

Оказалось, что критическое отношение к телевизионной рекламной продукции формируется у детей с возрастом. В группе старшего дошкольного возраста больше половины детей положительно относятся к рекламе, любят ее смотреть, доверяют ей. В младшем школьном возрасте таких детей уже меньше (примерно 38%), среди детей 11—12 лет — только 18%, а большинству старших подростков реклама не нравится.

Надо учесть, что дети оказываются под воздействием не только рекламы, нацеленной непосредственно на них, но и рекламы, рассчитанной на взрослых. В дневное время идет реклама кинофильмов, содержащих сцены насилия, во многих роликах делается акцент на повышенную сексуальность персонажа, причем без особой необходимости, — все это вызывает понятные опасения.

Вот что показали исследования, проведенные Американской академией педиатров (www.pediatrics.org).

1. Реклама сигарет может быть более значимым фактором риска для детей, чем курящие члены семьи или сверстники, и даже способна подорвать воспитательное влияние родителей. Приблизительно треть подростков начали курить под воздействием рекламы.

2. Производители алкоголя тратят 5,7 миллиарда долларов в год на рекламу и продвижение товара. В результате дети видят около двух тысяч рекламных роликов пива и вина в год (особенно во время трансляции спортивных матчей).

3. Из всей телевизионной рекламы половину составляют ролики, пропагандирующие нездоровую пищевую продукцию, в первую очередь сладких сухих завтраков и высококалорийных снеков; 20% реклам фастфуда обещают бесплатную игрушку вместе с едой.

4. Контакт подростков с рекламой, эксплуатирующей сексуальность (этот прием используют буквально везде, от рекламы пива и шампуня до рекламы автомобилей), может провоцировать раннее начало сексуальной жизни. В то же время не хватает рекламы противозачаточных средств. Исследования показали, что такая информация не воздействует на более раннее начало половой жизни, а, напротив, была бы полезной.

5. Реклама часто демонстрирует чрезвычайно худых моделей, что может привести к занижению самооценки и психическим расстройствам вплоть до анорексии у девочек подросткового возраста.

6. Реклама захватила среднюю школу — более чем у 200 американских школ заключен договор с производителями газированных напитков; сети фастфуда раскинулись в 10 000 школьных кафетериях.

7. Реклама проникает в школы и под маской образовательного телевидения. Примером служит Первый канал (Channel



One), доступный в четверти средних школ. Программа состоит из десятиминутных новостей и двухминутной рекламной паузы.

Есть у нас и реклама, специально ориентированная на «младших» подростков, детей 8—12 лет, у которых только начинает развиваться ощущение идентичности и собственного образа. Маркетологи провоцируют эту возрастную группу к более быстрому взрослению. Проведенные опросы говорят о том, что одиннадцатилетние дети уже не считают себя детьми. Демонстрируя отношение к младшим подросткам как к независимым, зрелым покупателям, маркетологи сумели отодвинуть контролирующие силы (то есть родителей) на задний план. В результате ребенок остается один на один с рекламными сообщениями, тиражирующими стереотипные представления об идеальном телосложении, сексуальности, межличностных отношениях. Производители товаров эксплуатируют извечную подростковую неуверенность в себе, заставляя их верить, что для того, чтобы стать «крутым», нужно купить их товар.

Как защититься от рекламы?

Нуждаются ли дети в специальной защите от рекламного воздействия? Если да, то что эффективнее — запреты или рекомендации?

Американские педиатры советуют родителям ограничить детей в просмотре телевизионных программ (а значит, и рекламы) до двух часов в день. А например, в Швеции и Норвегии запрещена реклама, нацеленная на детей младше 12 лет, в Греции — телевизионная реклама игрушек с семи утра до десяти вечера.

В нашей стране Федеральный закон о рекламе содержит статью № 6, посвященную защите несовершеннолетних. Думаю, будет полезно ее напомнить.

«В целях защиты несовершеннолетних от злоупотреблений их доверием и недостатком опыта в рекламе не допускаются:

- 1) дискредитация родителей и воспитателей, подрыв доверия к ним у несовершеннолетних;
- 2) побуждение несовершеннолетних к тому, чтобы они убедили родителей или других лиц приобрести рекламируемый товар;
- 3) создание у несовершеннолетних искаженного представления о доступности товара для семьи с любым уровнем достатка;
- 4) создание у несовершеннолетних впечатления о том, что обладание рекламируемым товаром ставит их в предпочтительное положение перед их сверстниками;
- 5) формирование комплекса неполноценности у несовершеннолетних, не обладающих рекламируемым товаром;
- 6) показ несовершеннолетних в опасных ситуациях;
- 7) приумножение уровня необходимых для использования рекламируемого товара навыков у несовершеннолетних той возрастной группы, для которой этот товар предназначен;
- 8) формирование у несовершеннолетних комплекса неполноценности, связанного с их внешней непривлекательностью».

Однако, как известно, любая социальная проблема не может быть решена с помощью только одного законодательства. Да и в условиях рыночной экономики, учитывая, как мало детских программ имеется на федеральных каналах, субсидируемых государством, детское телевидение зависимо от рекламы. Единственный непротиворечивый способ решения этой проблемы — медиаобразование, направление в педагогике, выступающее за изучение школьниками закономерностей массовой коммуникации.

Уже давно разработаны специальные программы, которые обучают детей и подростков критически воспринимать и анализировать медиатекст (информационное сообщение, изложенное в любом виде и жанре медиа — газетная статья, телепередача, видеоклип, фильм, рекламный плакат или ролик). Конечно, чем младше дети, тем ближе методика к игре. Однако и в форме игры можно познакомить ребенка с основными приемами, использующимися в рекламе, с неизменными составляющими рекламного сообщения и развивать критическое восприятие. Вот некоторые упражнения.

1. Во время просмотра рекламы попросите ребенка сказать, насколько реалистичен данный ролик. Можно превратить это упражнение в игру, если на каждом фантастическом, неправдоподобном кадре ребенок должен будет поднять красную карточку.

2. Найдите в магазине рекламируемый товар. Сравните телевизионную или печатную версию с настоящим продуктом. Задайте ребенку вопрос, чем они отличаются. Сделайте акцент на различии.

3. Выберите вместе с ребенком игрушку и подготовьте ее к съемке в рекламе. Можно положить ее в коробку, украсить упаковку, разрисовав карандашами, фломастерами и т. п., установить ее в свет софитов (осветить фонариком, настольной лампой). Это упражнение поможет ребенку понять механизм «ореола» в рекламе — как товар превращают в «звезду».

4. В течение недели можно вместе с ребенком вести дневник слов, которые используются в рекламе различных типов товаров, например для роботов (чаще всего глаголы «собери», «заряджай», «атакуй», «вступай в битву») или для сухих завтраков (чаще всего прилагательные «вкусный», «полезный», «натуральный»). Поиграйте в составление слоганов, в том числе и стихотворных, для рекламы любых предметов в доме. Покажите ребенку, что реклама — это всего лишь умелый трюк, который может сделать и сам ребенок.

5. Обсудите с ребенком, почему в рекламе часто снимают известных людей. На примерах покажите, как ассоциация со знаменитостью помогает представить товар в более привлекательном и интересном свете.

Подобных игр можно придумать много. Главная их цель — снять ореол таинственности, сказочности и нерукотворности с рекламной продукции. Поняв, как реклама конструируется, что принимается во внимание и выставляется на первый план, ребенок может постепенно осознать ее цель, порой скрытую, поймет, что это инструмент манипулирования, в том числе — им самим.

Обидно, что современные дети все меньше читают и все больше смотрят — в том числе и рекламу, зачастую безвкусную, бездарную. Однако не стоит забывать, что так называемая рекламозависимость обратно пропорциональна кругозору и общему развитию ребенка. Поэтому, помимо соблюдения законов и этических норм в рекламе, очень важно, что смотрят, как говорят и что делают родители. Совместный семейный досуг, не только активный, но даже и перед экраном телевизора, дающий возможность делать комментарии по поводу рекламы, несет огромный воспитательный потенциал.



Кое-что о свойствах мусора

Сергей Звонарев



НАНОФАНТАСТИКА

— Я бы не стал покупать здесь квартиру, — сказал Сергей, — я бы подождал.

Это уже начинало раздражать: сколько можно ходить с кислой миной? Конечно, моему другу, как ученому, положено быть скептиком, но всему есть предел. Да, микрорайон построен на бывшей свалке, но весь мусор надежно погребен под толстым слоем песка и глины. А то, что квартиры продают со скидкой, — так за это скажем спасибо тем, кто боится тут жить. Если у людей есть предрассудки, то почему бы ими не воспользоваться?

Мы гуляли по парку, разбитому в центре микрорайона. С главной аллеи Сергей зачем-то свернул на боковую дорожку.

— Ну вот, опять, — пробормотал он. — Когда здесь положили асфальт?

— С месяц назад, наверное.

— Вот! Месяц назад. Посмотри — везде трещины.

Действительно, еще свежий асфальт был покрыт сеточкой трещин, кое-где намечались выбоины.

— И что? Подумаешь, плохо положили.

— Дело не только в этом. Помнишь лестницу у входа в парк?

— Ну и?..

— Края ступенек крошатся, разве ты не заметил? И вообще, она выглядит так, словно ее построили полвека назад.

— Вообще-то я собираюсь жить не на лестнице, а в доме. И, к твоему сведению, он уже принят госкомиссией.

— Принят-то принят, — пробормотал Сергей, — а все равно дом твой... — он на секунду задумался, подыскивая слово, — какой-то старый, что ли... да и все здесь как будто старое.

Я уже пожалел, что пригласил его. Думал поделиться радостью, а он только и знает, что нудить.

— Странно все это... Не знаю, может, что-то не учли... В общем, с покупкой я бы подождал.

— Знаешь, квартиры здесь расходятся, как горячие пирожки, — сказал я. — Если подождать, то можно и не успеть.

Сергей промолчал. Видимо, понял, что я уже принял решение.

Прошло месяца два. За это время я успел не только купить квартиру, но и отремонтировать ее. Правда, потолок пришлось сделать натяжной: по стыкам плит пошла трещина. «Подождите год-два, — сказали мне в ДЭЗе, — дом новый, еще будет усаживаться».

Однажды вечером — я как раз поправлял балконную дверь, которая опять не желала закрываться, — мне позвонил Сергей.

— Я, кажется, понял, в чем дело! — чуть ли не кричал он в трубку. — Это же элементарно! Скажи, что такое мусор?

— То, что ненужно, — буркнул я, прижав трубку плечом к уху.

— Слишком абстрактно! — безапелляционно заявил Сергей. — Ну-ка, загляни в корзину.

— Слушай, я немного занят...

— Ладно, я тебе и так скажу: бытовой мусор — это в основном упаковка. А что такое упаковка с точки зрения физики?

— Действительно, что? — рассеянно пробормотал я. Дверь никак не хотела становиться как надо.

— Квазитрехмерный объект с избыточной энтропией!

Трубка замолчала. Сергей, видимо, ждал, что я хлопну себя по лбу: «Как же я сам до этого не допер!» Однако с тех пор, как мы слушали лекции в Физической аудитории, прошло уже больше десяти лет, так что мои знания немного потускнели.

— А если попроще?

Сергей вздохнул:

— Ну, хорошо. Возьмем лист бумаги — это типичный квазитрехмерный объект, потому что его толщина много меньше ширины и длины. Так?

— Предположим.

— Ты можешь сделать из него самолетик, или сложить пополам, или смять в комок, короче — число пространственных конфигураций, в которых этот лист может находиться, очень велико. И каждую такую конфигурацию мы можем рассматривать как отдельное состояние. Согласен?

— Пожалуй.

Я уже понял, куда он клонит.

— А поскольку энтропия пропорциональна логарифму числа состояний, то отсюда следует: лист бумаги обладает избыточной энтропией. То же можно сказать и про упаковку, поэтому свалка — это территория с аномально высокой конфигурационной энтропией! Естественно, возникает ее градиент, направленный во все стороны от свалки, в том числе и вверх, к поверхности. Вот где источник проблем!

— А как же японцы? У них целый мусорный остров, и на нем вроде все нормально.

— Сравнил Божий дар с яичницей! Японский мусор — почти конфетка, у них все рассортировано, измельчено и переработано. Погоди-ка...

Я понял, что ему в голову пришла новая мысль.

— Знаешь, а переработку мусора можно рассматривать как процесс извлечения избыточной энтропии...

Сергей еще долго рассуждал о потоке хаоса, лавинах неупорядоченности, срывающихся с вершины энтропийного Эвереста рядом со мной... Честно говоря, я воспринимал эту теорию не слишком серьезно — до тех пор, пока не заметил на трещинах под потолком в подъезде бумажные маячки. У себя я приклеил такой же маячок, а через пару недель проверил: он порвался. Так же, как и те, что в подъезде.

Не знаю, прав мой друг или нет, но одно ясно: с нашим домом что-то неладно. Да и с другими домами в микрорайоне. Дорога разбита, словно по ней ездят трактора, а не машины, лифты постоянно застревают, магистральные трубы то и дело прорываются. А как-то ночью я проснулся от странного шороха, природу которого понял лишь утром: штукатурная осыпь за обоями. И с балконной дверью я так и не справился: ее постоянно заклинивает. Хорошо еще, что не входную, как у соседа напротив.

Пожалуй, я продам квартиру. Мне кажется, многие у нас думают о том же, так что стоит поторопиться. Сергей написал статью «The Entropy of Dump», ее уже приняли в «Journal of Applied Thermodynamics». По его оценкам, «энтропийные всплески» могут наблюдаться в течение полувека после консервации свалки на расстоянии порядка нескольких километров от ее границы. Красивая работа, я уверен, что на нее обратят внимание. Что ж, это еще один повод не мешкать с продажей квартиры.

Между прочим, Сергей считает, что сортировка мусора решит проблему, хотя бы отчасти. Как он говорит, разделение вещества на компоненты понижает его энтропию. Наверное, он прав. В любом случае, думаю, нам рановато строить дома на свалках. Сначала надо разобраться с мусором.

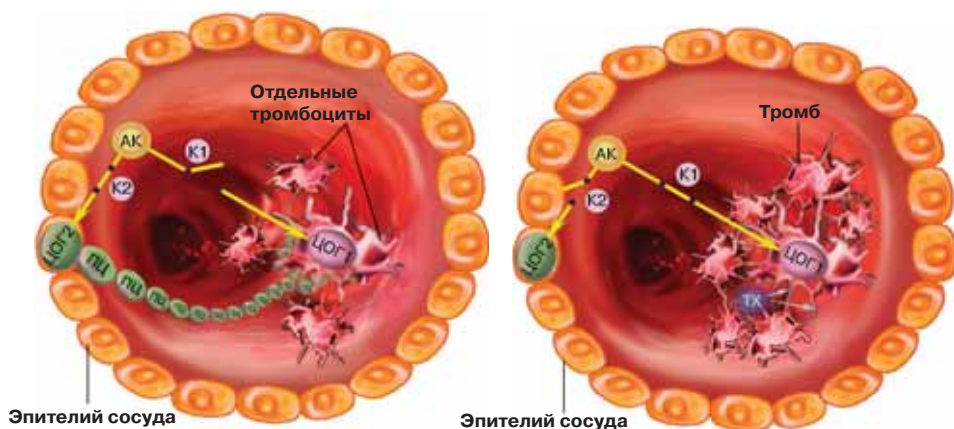




Аспирин и его сущность

Кандидат химических наук
А. С. Садовский

Аспирин — это не только жаропонижающее и противовоспалительное средство. Он еще и кровь разжижает. Поэтому его принимают длительными курсами, чтобы снизить вероятность образования тромбов и за счет этого предотвратить опасные сердечно-сосудистые заболевания. Автор отнюдь не принадлежит к числу приверженцев аспириновой профилактики инфаркта, хотя на гребне волны пропаганды, поддавшись влиянию окружения, все-таки выпил пару упаковок байеровского аспирина. Случалось, принимал и шипучий аспирин. Но только недавно, наткнувшись на исследование действия сверхнизких доз аспирина, серьезно им заинтересовался. Получается, что если не вымыть стакан, в котором был растворимый аспирин, и выпить из этого стакана, скажем, минеральной воды, это не только нейтрализует фармакологическое действие аспирина, но и даст прямо противоположный эффект. Можно ли в такое поверить?



1
Аспирин, попав в кровь, размыкает ключ K1, и синтез тромбоксанов прекращается — кровь разжижается (слева). Чтобы этот процесс не зашел слишком далеко, организм размыкает и ключ K2 — сосуд теряет способность расширяться. Однако когда сменится поколение тромбоцитов (справа), ключ K1 снова замкнется, а ключ K2 какое-то время останется разомкнутым. Это может привести к образованию тромба. (АК — арахидоновая кислота, ЦОГ — циклооксигеназы, К — ключи, ПЦ — простаглицлины, ТХ — тромбоксаны)



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Презентация проростаноидов

Аспирин, или ацетилсалициловая кислота (ее формула: $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{COCH}_3$), стал лекарством уже в 1900-х годах, но механизм его действия начал проясняться лишь во второй половине XX века. Как оказалось, он связан с клеточными гормонами, открытие которых сильно задержалось по причине крайне низкого содержания в тканях. Это достижение было отмечено в 1982 году Нобелевской премией по физиологии и медицине. Совместно с Бенгтом Самуэльсоном и Суне Бергстрёмом из стокгольмского Каролинского университета ее присудили «за открытия, касающиеся простаглицлинов и близких к ним биологически активных веществ» и Джону Вейну, изучавшему аспирин в лаборатории физиологических исследований Генри Уэлкома в городке Бекенгем неподалеку от Лондона. Первые представители гормонов этого класса были найдены в предстательной железе, простате, отсюда и групповое название — «проростаноиды».

Проростаноиды — это циклические производные арахидоновой кислоты, их синтезом управляют ферменты типа циклооксигеназы (ЦОГ). Тромбоксаны тоже принадлежат к проростаноидам. В тромбозе им принадлежит центральная роль — они активизируют агрегацию и адгезию тромбоцитов (рис. 1). Именно в этих безъядерных тельцах, которые отщепляются от гигантских клеток костного мозга — мегакариоцитов и содержится основное количество подвида, или изоформы управляющего фермента ЦОГ-1. Поскольку в тромбоците нет ядра и соответственно ДНК, они не могут синтезировать белки; каждый тромбоцит содержит столько циклооксигеназы, сколько он унаследовал от «родительской» клетки. Обычно этого запаса тромбоциту хватает, чтобы изготавливать тромбоксаны.

В клетках эндотелия — внутренней выстилки кровеносных сосудов образуются простаглицлины. Они оказывают противоположное действие, то есть расширяют сосуды, предотвращают слипание тромбоцитов и рост тромба. В их синтезе участвует другая изоформа фермента — ЦОГ-2. Ее количество может меняться в зависимости от состояния органа или организма: при воспалительных процессах содержание ЦОГ-2 в ткани обычно повышается.

Аспирин и кровь

Обе изоформы ЦОГ управляют синтезом третьей группы клеточных гормонов — простаглицлинов. Нас они интересовать не будут, поскольку на свертывание крови действуют опосредованно, то есть в связи с формированием общей воспалительной-болевогой реакции. При этом воспаление главным образом организуют другие, линейные производные арахидоновой кислоты — лейкотриены (см., например, «Химия и жизнь», 2006, № 9), на которые аспирин не действует. А на что он действует?

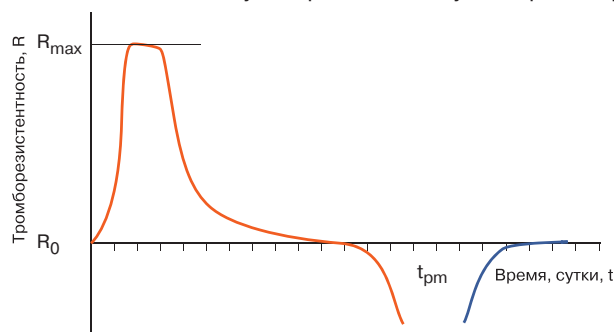
Как выяснил Вейн, аспирин ацилирует фермент ЦОГ-1 (размыкает ключ K1, см. рис. 1), то есть не дает тромбоцитам вырабатывать тромбоксаны. Итог — разжижение крови: разовый

прием аспирина в интервале доз 5—100 мг сопровождается экспоненциальным ростом тромборезистивности, сопротивления образованию тромбов (обозначим ее R). Аспирин быстро, также по экспоненте вымывается из плазмы крови — «период полувывывания» составляет 15—20 минут, то есть за это время его концентрация уменьшится вдвое. Сколько аспирина за прием успеет пойти в дело, неизвестно, но рост R прекратится только тогда, когда вся ЦОГ-1 будет ацилирована и активного фермента не останется. Поскольку дезактивация, вызываемая аспирином, необратима, последствие должно сохраняться, по крайней мере, до тех пор, пока не сменится поколение тромбоцитов. Обычно большинство тромбоцитов в крови составляют зрелые (80—85% популяции), а молодых и старых форм примерно поровну — 7—10%. Средний срок жизни тромбоцита — около недели, то есть период их «полувыывывания» из организма — 4—5 дней. Поэтому аспирин снижает свертываемость крови не на десятки минут, а на несколько суток.

Побочный эффект

Аспирин нельзя давать детям до шестнадцати лет, поскольку он плохо переносится в раннем возрасте, а при вирусной инфекции хоть и очень редко, но способен вызывать у детей осложнения, в том числе синдром Рея — некроз печени и, как следствие, острая печеночная недостаточность. Побочный эффект длительного приема аспирина — развитие язвенной болезни. Но это еще не все. Клиническая практика показала, что примерно через неделю после окончания приема аспирина ранее разжиженная им кровь на время сильно «густеет», что может приводить к образованию тромбов.

Если аспирин принимать долго, то сопротивление образованию тромбам выходит на некоторый искусственно поднятый уровень (R_{max} на рис. 2). Когда же прием внезапно прекращен, этот уровень начинает падать. За неделю он снижается до нормы, но, увы, организм на этом не останавливается. Примерно на девятые-десятые сутки кровь станет гуще нормы. Глубина



2
Обычный аспирин сначала разжижает кровь, а потом ее загущает. Гомеопатический же загущает кровь сразу (R — тромборезистентность, t — время, сутки)

«тромбозной ямы» и время стабилизации свертывания крови зависят от состояния организма, но исчисляются днями, а то и неделями.

Причина такова. После вывода из строя ЦОГ-1 производство простаглицина — как мы помним, это физиологический антагонист тромбоксана — становится избыточным. Чтобы восстановить равновесие, организм сам начинает размыкать ключ 2, но быстро это сделать нельзя, так как, по-видимому, природа не предусмотрела эндогенного, то есть внутреннего, блокатора ЦОГ-2, регулирующей синтез простаглицина. Клетки эпителия просто прекращают синтез, а наработанная ЦОГ-2 еще какое-то время продолжает действовать. Вновь запустить синтез ЦОГ-2 и замкнуть ключ 2 на схеме, похоже, удается не сразу, отчего по окончании приема аспирина возникает другой переключатель: ЦОГ-1, способствующей загустению крови, становится много, а ЦОГ-2 — мало. Других возможностей вне рамок нашей упрощенной схемы касаться не будем.

А что, если человеку, принимающему аспирин по объективному показанию риска сердечно-сосудистых заболеваний, вдруг потребуются хирургическое вмешательство? Например, надо будет удалить зуб или, не дай Бог, серьезная травма. Ведь не идти же на операцию с пониженной свертываемостью. Проблема прерывания приема аспирина и плавного перехода на стационарный уровень свертываемости крови как-то решается практической медициной. Например, в 2009 году врач саранской Городской клинической больницы № 4 И.В.Юртаева в своей диссертации показала, в том числе и на добровольцах, что, если принимать вместе с аспирином антиоксидант (сукцинат 3-оксипиридин), это делает тромбозную яму при внезапном прекращении приема аспирина почти незаметной. Но вот тем, кто, спасаясь от инфаркта, пьют только один аспирин по настроению от случая к случаю с интервалом более недели, надобно знать, что эти самодеятельные меры только повышают риск.

В общем-то, нельзя сказать, что эффект проявляется часто, но не обращать на него внимания нельзя. Например, Игорь Сибон и Жан-Марк Оргогозо из неврологической клиники госпиталя университета Бордо указывают, что им удалось связать инсульт с прекращением приема аспирина лишь у 4,5% пациентов, но у этих пациентов удар случался строго спустя 6—10 дней после окончания аспиринотерапии. Вольфганг Бургер из лейпцигского госпиталя Св. Георга и Джузеппе Бьонди-Зоккаи с кафедры кардиологии Туринского университета в двух обзорах (соответственно 2005 и 2006 годов) публикаций на статистике, в сумме включавшей данные о ста тысячах пациентов, установили, что прекращение приема аспирина в 10,2% случаев привело в среднем через 8,5 дней к предынфарктному состоянию. При этом риск развития инфаркта или инсульта у этой группы пациентов был в три раза больше, чем у тех, кто аспирин не принимал.

Гомеопатический аспирин: почему бы нет?

Пытаясь выяснить, в чем же здесь дело, французские ученые из университета Бордо-2 со своими аргентинскими коллегами из Университета Маймонида в Буэнос-Айресе поставили немало опытов по влиянию аспирина на свертываемость крови. В процессе исследования они перешли от изучения терапевтических доз к малым, затем сверхмалым, а потом и вовсе мнимым концентрациям и обнаружили очень интересный эффект. Такая логика работы была, видимо, не случайной: руководитель этой научной группы Кристиан Дотремпуш еще в 1991 году редактировал книгу «Сверхмалые дозы». Именно в лаборатории Дотремпуша ученые, исследовавшие роль аспирина в тромбозе, и решили испытать эффективность препарата, приготовленного «по Ганеману», то есть в виде гомеопатического средства.

Напомним, что гомеопатический метод подразумевает не только значительное разбавление действующего вещества, но и строгую процедуру этого разбавления. В частности, непременный атрибут — так называемая «динамизация», то есть встряхивание, перемешивание, растирание. Например, способ Ганемана предполагает на каждом этапе десяти- или стократное

разбавление с заменой посуды и обязательным многократным постукиванием стаканчиком с получившимся раствором по кожаному переплету Библии. В способе нашего соотечественника графа С.Н.Корсакова (кстати, современника Ганемана) используется один сосуд: лишнюю жидкость из рабочей пробирки всякий раз выливают, а разбавляемая часть самопроизвольно в виде капель остается на стенках. Если сосуд широкий, то вместо встряхивания «динамизацию» можно проводить многократным вращением жидкости в сосуде. В 1991 году Жак Бенвенист, лауреат двух Игнобелевских премий, запатентовал дальнейшее упрощение технологии — динамизацию он предложил проводить барботажем газа.

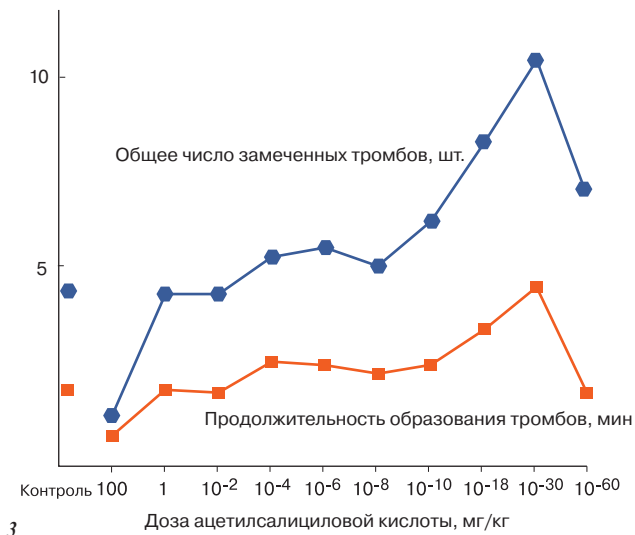
Как-то при недомогании я выпил шипучий аспирин, а потом, не меняя стакана, опустошил здоровую бутылку какой-то воды с газом, естественно, в несколько приемов. Так что в стакане вполне могло произойти потенцирование аспирина с разведением по Корсакову и динамизацией за счет выделения газа по Бенвенисту. Получается, что я нечаянно запил аспирин его же «сущностью». Помнится, тогда полечался, но вот что происходило с кровью, осталось неизвестным. А если верить Дотремпушу с соавторами, повод для беспокойства был.

Гомеопатический аспирин они готовили так. Тонкий порошок ацетилсалициловой кислоты (1 г, или 0,0056 моля) переводили в суспензию в теплом (70°C) этаноле и тщательно встряхивали. Далее отбирали 1 мл раствора, добавляли 99 мл дистиллированной воды и опять тщательно встряхивали. Процедуру разбавления повторяли еще 13 раз. Нетрудно посчитать, что конечный раствор содержал 5×10^{-30} моля аспирина на литр. Эта концентрация вполне заслуживает название «мнимой»: если вспомнить число Авогадро (6×10^{23}), то станет понятным, что 3—5 последних разведений — встряхивание чистой воды без единой молекулы аспирина или спирта. Уместно заметить, что Ганеман и Авогадро тоже были современниками.

Полученный препарат в лаборатории Дотремпуша обозначили как ULDA (ultra low dose aspirin, ультранизкодозовый аспирин), в русский перевод мы добавим букву «Г» (Ганеман) — УНДА-Г. (Просто «гомеопатический аспирин» уже существует, и не один: так в народе называют два популярных лекарства — арнику (Arnica D6) и фосфат магния (Magnesium phosphoricum D6): считается, что их противвоспалительное действие напоминает аспирин.) В 1990 году Дотремпуш с коллегами испытали УНДА-Г на двадцати добровольцах и остались довольны — у тех, кто принимал обычный аспирин, кровь загустела — наблюдалось сокращение времени кровотечения. Конечно, делать какие-то разумные выводы на статистике из 20 человек невозможно. Однако указание к дальнейшим действиям получить можно, а уж следовать им или нет — зависит от смелости ученого.

Дотремпуш не испугался возможности движения в неверном направлении: полученное средство тут же начал исследовать на крысах и мышах, и эти эксперименты продолжаются более 20 лет. Новых добровольцев-людей пока не привлекают. С животными же ученые не особенно церемонятся. Основных методов два. Сначала крысе нагревают кончик хвоста до 37°C, а затем отрезают от него кусочек длиной 6 мм. Далее засекают время, прошедшее до момента остановки крови. Спустя десять минут крысе вскрывают брюшко, вынимают участок кишечника и помещают под микроскоп. Затем в течение 1/15 секунды светят на него лазером, вызывая повреждение. В поврежденном участке начинает образовываться тромб, а специальная система регистрации считает сгустки крови, которые от него отрываются и попадают в мелкие кровеносные сосуды — артериолы диаметром 15—25 мкм. На выходе получают два параметра: число зафиксированных сгустков и время до окончания процесса образования тромбов, то есть до того момента, когда сгустки перестали поступать в кровеносный сосуд.

Перед тем как изучать кровотечение, животным давали дозу обычного аспирина, дозу гомеопатического аспирина разного разбавления или то же самое в смеси с ингибитором фермента ЦОГ-1 или ЦОГ-2. Раствор аспирина вводили подкожно, поскольку предыдущие опыты показали, что так результаты получаются



3

Казалось бы, раствор с мнимой концентрацией не должен по своему действию отличаться от чистой воды. Однако опыты этого не подтверждают (по данным статьи O.Aguejouf, V.Desplat, C.Doutremepuich «Prothrombotic and Hemorrhagic Effects of Aspirin», «Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis», 2008, doi:10.1177/1076029608319945)

более воспроизводимыми. В одних опытах ученые исследовали действие препарата вскоре после введения, в других — длительное воздействие. К каждой экспериментальной группе придавалась группа контроля, которой давали плацебо, соответствующее изучаемой комбинации препаратов. Например, плацебо для сверхразбавленного аспирина служил аналогично приготовленный раствор сверхразбавленного спирта. Счет мышам и крысам идет на тысячи, но в каждом из многочисленных вариантов опыта участвовали десять экспериментальных и десять контрольных животных. Результаты были опубликованы в специализированных медицинских журналах, например «Thrombosis and haemostasis», «Pathophysiology of haemostasis and thrombosis», «World Journal Gastroenterology» (полный список можно найти на сайте <http://www.labmeeting.com/papers/author/doutremepuich-c>). Самая свежая статья вышла в «Thrombosis and haemostasis» в 2010 году. Тот факт, что по химическому составу УНДА-Г — чистейшая вода, по-видимому, не смутит рецензентов журналов.

Мы коснемся лишь интересных для нас выводов. И главный из них состоит в том, что и количество образующихся сгустков под действием УНДА-Г, и продолжительность тромбообразования в три—пять раз больше, чем под действием нормального аспирина, и в полтора-два раза больше, чем в контроле, получавшем чистый физиологический раствор уже безо всяких «сущностей» лекарств (см. рис. 3). При кровотечении из хвоста, правда, различие между УНДА-Г и контролем было не столь впечатляющим и порой даже статистически не значимым.

Ученым удалось установить и механизм явления. Оказалось, что УНДА-Г — полная противоположность обычному аспирину. Если аспирин в терапевтических дозах выводит из строя ЦОГ-1, то УНДА-Г, напротив, на него не действует, а угнетает ЦОГ-2. Это было доказано прямыми сравнительными опытами, когда мышам вводили УНДА-Г одновременно с селективными блокаторами ЦОГ-1 и ЦОГ-2: блокирование ЦОГ-1 затрудняло тромбообразование, а добавка еще и аспирина в сверхмалой дозе восстанавливала способность к свертыванию крови. То есть такой аспирин действовал не на ЦОГ-1 (которой и так не было), а на что-то другое. И лучше всего на роль этого «другого» подходит ЦОГ-2.

Прием УНДА-Г, таким образом, повышает риск инфаркта, поскольку увеличивает скорость тромбообразования. Состояние тромбозной ямы, которое наступает у людей или крыс после прекращения приема аспирина через 8—10 дней (время t_{pm}), этот препарат вызывает уже через час-другой. При одновременном приеме истинно гомеопатической аспирина в изученных разведениях 15С (С — *serpium*, сто) полностью нейтрализует его аллопатическую дозу 100 мг/кг. Очевидно, в тромбоцитах аспирин ацилирует ЦОГ-1 и выделение тромбоксана падает,

но одновременно УНДА-Г снижает выработку его антагониста простаглицина. Так что внешне результирующий эффект будет выглядеть нулевым — свертываемость не изменяется.

Чистая сущность

Есть устоявшийся стереотип, что гомеопатия — это лечение ядами в ультранизких дозах. Заблуждения можно не комментировать. На примере аспирина видно: он не яд. Более того, его сверхмалые дозы без динамизации — это еще не гомеопатический препарат, его действие вообще может отсутствовать. Используемый Дотремпушем УНДА-Г следовало бы называть просто Aspirin 15С. Мы немного подправили название авторов препарата ULDA, добавив букву «Г», иначе оно может ввести в заблуждение. Вне всяких сомнений, в случае УНДА-Г работает не аспирин (никаких его доз там нет вовсе), а то, что Ганеман в современном переводе называл «сущностью» лекарства — то же самое, что «дух» у шаманов. Сейчас этот дух именуют всеобъемлющим словом «информация».

Гомеопатия пока что остается «вещью в себе». По рейтингу журнала «New Scientist» феномен гомеопатии — четвертый факт, не имеющий научного объяснения. Более того, связанные с ней загадки множатся. Так, Бенвенист предложил записывать сущность лекарства в виде электромагнитного излучения (именно за это он получил вторую Игнобелевскую премию). Идея не пропала даром: сейчас многие гомеопаты используют ее. Чтобы не возиться с реальным разбавлением, они «заряжают» сахарные шарики с помощью специального прибора, дубликатора. А некоторые считают, что доставку выбранного лекарства в организм пациента можно организовать, по согласованию с ним, чистым электромагнитным излучением и обойтись совершенно без сладких шариков, кремов, капель и других вещественных форм. Нужную «сущность» выбирают в «электронной аптеке», хранящейся на CD или компьютере, и переносят на пациента приборными средствами. Можно избрать и комбинированный способ — переписать лекарство на материальную матрицу — ту же воду, лактозную крупку, крем, а далее применять старинным способом. Приоритет Бенвениста по перезаписи гомеопатических препаратов электромагнитным полем в аналоговом и в цифровом коде засвидетельствован несколькими патентами, однако разработчики электронной аппаратуры патенты Бенвениста обошли. Скорее всего, через них просто переступили, а свои сообщения в солидные медико-биологические журналы они не посылают. Автор идеи умер в 2004 году, судиться некому.

За исследование потенцированных препаратов раньше брались отважные единицы, рискуящие снискать звание лжеученого. Аспирин может оказаться первым лекарством, для которого довольно подробно исследован механизм действия и аллопатических доз, и гомеопатической формы. Однако недоверие к этим результатам остается. Для того чтобы его развеять, надо лишь повторить хотя бы основополагающие опыты Дотремпуша с наблюдением всех условий в виде обязательного многократного встряхивания препарата в нескольких других лабораториях и на большем числе животных. Хотя, конечно, от исследователя потребуются немалая смелость и финансовая независимость, чтобы пустить под нож тысячи животных с перспективой заработать сомнительную славу защитника гомеопатии.



Аспирин против рака?



ГИПОТЕЗЫ

Способность аспирина разжижать кровь дала в руки медиков интересный инструмент. Дело в том, что предотвращение инфаркта или инсульта требует длительного приема аспирина и длительного же, в течение десятилетий, наблюдения за пациентами. В результате появляется большой объем статистических данных, проанализировав который можно выявить побочные эффекты аспириротерапии. Один из них — рост риска инфаркта или инсульта при внезапном прекращении приема лекарства. Это — негативное побочное явление. А можно поискать и позитивное, как сделала группа ученых во главе с профессором Питером Ротуэллом из Центра предотвращения инсультов Оксфордского университета. Две их статьи, в ноябре 2010 года (т. 376, с. 1741) и январе 2011 года (т. 377, с. 31), опубликовал журнал «Ланцет». Публикации вызвали всплеск новостей в самых разных средствах массовой информации, многие из которых объявляли аспирин чуть ли не панацеей. Речь же в исходных статьях шла о том, что долговременный прием аспирина более или менее существенно снижает вероятность возникновения рака в последующие двадцать лет. В среднем получилось так, что риск умереть от любой (кроме рака крови) злокачественной опухоли в возрасте 65 лет и старше среди участников экспериментов был на 20% ниже, чем в контроле. Наибольшее снижение наблюдалось для рака прямой кишки — 60%, а в среднем для всех онкологических заболеваний желудочно-кишечного тракта — 35%.

Авторы честно признают, что механизм действия аспирина неясен. Очевидно, что он блокирует синтез циклооксигеназ, препятствует образованию простагландинов и других веществ, принимающих участие в воспалении. Но как это связано с противодействием опухоли? Опыты на культурах тканей или на животных ясно указывают: аспирин предотвращает образование опухоли либо замедляет ее рост, то есть как-то ускоряет апоптоз больных клеток. Однако считается, что такие данные нельзя слепо переносить на человека. А прямые исследования с участием людей дали противоречивые результаты. Собственно, потому-то заинтересованные аспириновой проблемой британские ученые и занялись изучением статистики.

Итак, с 1978 года по настоящее время в разных странах было проведено много обширных клинических исследований, в которых выясняли, как влияет на здоровье долговременный прием аспирина. Как правило, они проходили с контролем, в котором использовали плацебо, участников же делили на группы двойным слепым методом. В одном испытании, которое продолжалось с 1978 по 1984 год, опыты на себе ставили сами британские врачи, более пяти тысяч человек, причем они потребляли аспирин в огромной дозе — по 500 мг каждый день.

Для своего анализа Ротуэлл с коллегами отобрали восемь испытанных аспирина и сумели разыскать данные о 23,5 тысячах участников этих исследований. Сбор информации потребовал немалых способностей к расследованию. Так, архивы одного из испытаний успели уничтожить, поэтому узнать о дальнейшей судьбе участников не удалось. В Великобритании ко времени начала исследований уже наладили надежную систему сбора и хранения детальных статистических данных о причинах смерти, в других странах — нет. Поэтому именно британские данные стали основой долговременного анализа. Каждый участник испытания должен был время от времени сдавать свой дневник приема аспирина и сообщать о состоянии здоровья, но никто не поручится, что эти данные верны. Кроме того, за пять лет около половины участников прекратило ежедневный прием аспирина, а ведь именно последствия непрерывного приема лекарства и были предметом исследования. Однако некоторые пациенты были вынуждены отказаться от препарата, снижающего свертываемость крови: например, при язве желудка он попросту опасен для здоровья.

Тем не менее обработка этих данных позволила авторам статей в «Ланцете» сделать несколько важных выводов. Главный из них — аспирин снижает смертность прежде всего от рака желудочно-кишечного тракта. Но чтобы эффект проявился, аспирин надо принимать долго, не менее пяти лет, и чем дольше прием, тем сильнее эффект. Усиливается он и с течением времени, достигая, как было сказано, через 20 лет после начала ежедневного приема аспирина 20—60%. Не исключено, что спустя

30 лет эффект проявится еще сильнее, но сейчас данных недостаточно — прошло слишком мало времени. Второй вывод касается вида рака — аспирин наиболее заметно действует на тот, который начинается с аденокарциномы (возникает из железистых клеток эпителия). Возможно, именно ее образование он и предотвращает. Третий важный вывод: увеличение дозы свыше 75 мг в день не дает никакого выигрыша. Однако 30 мг в день кажется недостаточным — такой вывод следует из данных голландского исследования, в котором сравнивали последствия долговременного приема малой (30 мг) и большой (283 мг) доз аспирина.

То, что не надо пить по 500 мг аспирина каждый день, обнадеживает: чем меньше доза, тем меньше проблем с кровотечением и повреждением желудка, все-таки аспирин — это кислота. Прием же аспирина через день никак не влияет на смертность от рака — это показали данные исследования здоровья женщин, походившего в Бостоне, в ходе которого участницы эксперимента потребляли по 100 мг аспирина через день. Если считать, что в основе его действия лежит ингибирование циклооксигеназ, такой факт получает объяснение: в тромбоцитах и прием через день надежно блокирует синтез этого фермента, а в других тканях такого необратимого действия может и не быть.

Понимая, что предложение предотвратить рак аспирином вряд ли вызовет восторг в научном сообществе, Питер Ротуэлл с коллегами решили заранее ответить на возможную критику. Первое соображение, которое приходит в голову: авторы, сами того не желая, слегка изменили данные в свою пользу, неосознанно «подогнав» их под желаемый результат. Нет, пишет Ротуэлл, это не так. Данные о причинах смерти они брали из официальных источников, а организаторы исследований никак не предполагали, что их результаты будут через много лет использоваться для изучения рака. Пациентов отбирали по предрасположенности к сердечно-сосудистым заболеваниям, и только. Второе возражение: побочные эффекты аспирина — анемия и кровотечения — могли привести к более ранней диагностике рака и своевременному лечению. Действительно, рак желудка во время приема аспирина выявлялся чаще,

Так кратко выглядит статистика аспиринолтерапии рака. Очевидно, что лишь первые четыре испытания позволяют говорить о долговременных эффектах; статистика же по ним дает двухкратное уменьшение смертности от рака по сравнению с контролем: 1,6 и 3,5% соответственно.

Испытание	Дата окончания	Аспирин (число умерших от рака/ число участников)	Контроль (число умерших от рака/ число участников)	Ежедневная доза аспирина
Исследование здоровья британских врачей при длительном приеме аспирина	1984	75/3429	47/1710	500 мг
Британское исследование предотвращения аспирином нарушений мозгового кровообращения (транзиторной ишемической атаки)	1986	26/1621	25/814	300 мг и 1200 мг против плацебо
Изучение раннего лечения диабетической ретинопатии	1989	16/1856	14/1855	650 мг против плацебо
Шведское исследование длительного приема аспирина для предотвращения стенокардии	1991	10/1009	19/1026	75 мг против плацебо
Британское исследование предотвращения тромбоза аспирином	1997	90/2545	106/2540	75 мг против плацебо
Японское исследование профилактики атеросклероза при диабете	2008	15/1262	19/1277	81 и 100 мг против плацебо
Британское исследование предотвращения развития заболеваний артерий и диабета	2006	25/638	31/638	100 мг против плацебо
Исследование здоровья шотландцев при аспириновой профилактике бессимптомного атеросклероза	2008	78/1675	90/1675	100 мг против плацебо
Всего		335/14036, или 2,38%	351/11536, или 3,04%	

и смертность от него непосредственно в ходе проведения испытания была выше, однако о раке прямой кишки и других этого сказать нельзя — они возникали гораздо позже окончания исследования, и никакая диагностика не могла затушевать этот результат.

Так что же, надо переходить на аспиринолтерапию? Однозначного ответа нет. Профессор Ротуэлл говорит осторожно и указывает, во-первых, они возникали гораздо позже окончания исследования, и никакая диагностика не могла затушевать этот результат. Так что же, надо переходить на аспиринолтерапию? Однозначного ответа нет. Профессор Ротуэлл говорит осторожно и указывает, во-первых, они возникали гораздо позже окончания исследования, и никакая диагностика не могла затушевать этот результат.

По мнению некоторых ученых, потребление салицилатов с пищей может привести к тому же эффекту, что и прием аспирина. Анализ диеты и содержания этих веществ в продуктах дает противоречивые результаты. Одни исследователи считают: можно так подобрать состав пищи, чтобы содержание салицилатов составило около 100 мг в день. Другие же говорят: обычно человек в день съедает не более 5 мг таких веществ. Эта дискус-

сия возникла не в рамках исследований по предотвращению рака: салицилаты могут вызывать аллергию, и ученые хотели подобрать для таких людей безопасную диету. Анна Свейн из Сиднейского университета определила содержание салицилатов в множестве продуктов и выявила «рекордсменов». Среди ягод это изюм (7,8—5,8 мг/100 г), чернослив (6,87), малина (5,14), красная смородина (5,06). В овощах их содержание гораздо меньше: в помидорах от 0,1 до 2,15 в зависимости от сорта, зеленые оливки — 1,29, шампиньоны — 1,26, редиска — 1,24, перец — 1,20, цуккини — 1,04, лидеры же — маринованные корнишоны — 6,14 (у свежих огурцов без кожуры — 0,78). А выше всего концентрация салицилатов в специях: карри — 218 (куркума, придающая этой смеси желтый цвет — 69), красный молотый перец — 203, листья тимьяна — 183, розмарин — 68, душица, она же орегано — 66. Как нетрудно подсчитать, чтобы выйти на ежедневную дозу потребления салицилатов, равную 75 мг, надо съесть 30 с лишним граммов карри или красного молотого перца, килограмм маринованных огурчиков, килограмм-полтора изюма и малины либо 3,5 кг богатых салицилатами помидоров. Нельзя сказать, что задача совсем уж неразрешима, но как такая диета скажется на здоровье — не очень понятно.

Так или иначе, результаты Ротуэлла требуют исследовать в деталях механизм действия аспирина на рак и выяснить наконец, почему подобные эксперименты плохо воспроизводятся. Судя по всему, этот механизм весьма сложен и плохо

укладывается в современную теорию, согласно которой появление опухоли связано с повреждением клетки канцерогенным фактором и неспособностью иммунной системы такое повреждение вовремя распознать. Ясно, что аспирин, принятый двадцать лет назад, не способен ни предотвратить будущие мутации, ни научить иммунную систему, иначе это лекарство давно оказалось бы в числе иммуностимуляторов. Хочется сказать, что за пять лет ежедневного приема аспирина может полностью вымыть из организма какие-то «зародыши» будущего рака, но сейчас нет даже предположений о том, что такие зародыши могут собой представлять. Поэтому работа Ротуэлла при серьезном к ней отношении способна вызвать интересную дискуссию.

Как бы то ни было, а перед фармацевтами после подобных публикаций возникает конкретная задача — синтезировать такие производные аспирина, которые окажутся и более эффективными, и менее вредными. Похоже, что в ближайшее время аспирин может стать продуктом повседневного спроса, тот же профессор Элвуд считает, что прием аспирина должен быть таким же элементом повседневной жизни, как правильный выбор диеты или утренний зарядка. Впрочем, авторы исследования на всякий случай указывают, что никакого финансирования от фармацевтических компаний они не получали...

С.Анофелес

Белые акулы Средиземного моря



В Средиземном море с незапамятных времен водятся белые акулы, хотя и редко встречаются. Даже Одиссею, жившему в эпоху непуганых чудовищ и испытавшему множество приключений на море, с акулой познакомиться не довелось. Возможно, малочисленность белых акул объясняется тем, что в Средиземное море они заплыли не из Атлантики, как можно было ожидать, а из Индийского океана. Хотя ученые, сделавшие это открытие, могли и ошибиться.

Где живет кархародон

Чаще всего белую акулу, или кархародона, можно встретить в теплых водах континентального шельфа, но она спокойно плавает и в открытом океане, лишь бы вода была от 12 до 24°C. Тысячи километров для кархародонов не расстояние. Недавно исследователи под руководством Майкла Паттерсона (Департамент по делам окружающей среды и туризма, ЮАР), навесив на нескольких акул электронные метки, наблюдали за их перемещениями с помощью спутника и обнаружили бурную трансокеанскую миграцию между Южной Африкой и Австралией. Но как бы далеко ни заплывали белые акулы, они регулярно возвращаются к месту своего рождения, а самки из года в год приплывают туда производить на свет малышей. Эта особенность называется филопатрией (по-гречески «любовь к родине»). Самкам белых акул она свойственна больше, чем самцам. Когда-то несколько взрослых особей заплыли из океана в Средиземное море, и с тех пор их потомки поддерживают средиземноморскую популяцию.

Она немногочисленна; глагол «встречается» в данном случае более уместен, чем «водится». На встречу с белыми акулами можно рассчитывать у западных берегов Средиземного моря, около Сицилии и в Адриатике. Юго-восточную часть моря, более теплую и соленую, эти рыбы не жалуют. Среди них попадаются совсем юные особи, а значит, Средиземное море — одно из мест, где самки производят потомство, и, пока они это делают, популяция жива.

В Средиземном море обитает 47 видов акул, причем люди охотятся на них гораздо активнее, чем они на людей. Белых акул ловят ради плавников и мяса, кожи и жира, и даже ради эффективных челюстей, а из остатков делают рыбную муку. За последние 200 лет акулье поголовье сократилось на 97%. Если так пойдет дальше, акулы в Средиземном

море скоро совсем пропадут, в том числе и белые. Их судьба беспокоила группу британских, турецких и американских ученых под руководством Лесли Нобла (Абердинский университет). Вообще-то он занимается эволюцией взаимоотношений паразита и хозяина, но тема акул не оставила его равнодушным. По мнению исследователей, исчезновение таких крупных хищников, как белые акулы, может привести к необратимым изменениям всей экосистемы, и об этом следует помнить в первую очередь тем, кто привык делить всех животных на полезных и вредных.

Итак, доктор Нобл с коллегами взялся за исследование средиземноморских кархародонов и первым делом постарался выяснить, насколько своеобразна их популяция.

Гости из Пацифики

Когда хотят определить место популяции среди других популяций того же вида, сравнивают контролирующие последовательности митохондриальной ДНК (мтДНК) разных особей. Контролирующими они называются потому, что содержат регуляторные элементы митохондриальных генов. Чем больше точечных различий в этих последовательностях, тем дальше популяции отстоят друг от друга и тем раньше разошлись их пути. Каждый вариант митохондриальной последовательности называется гаплотипом.

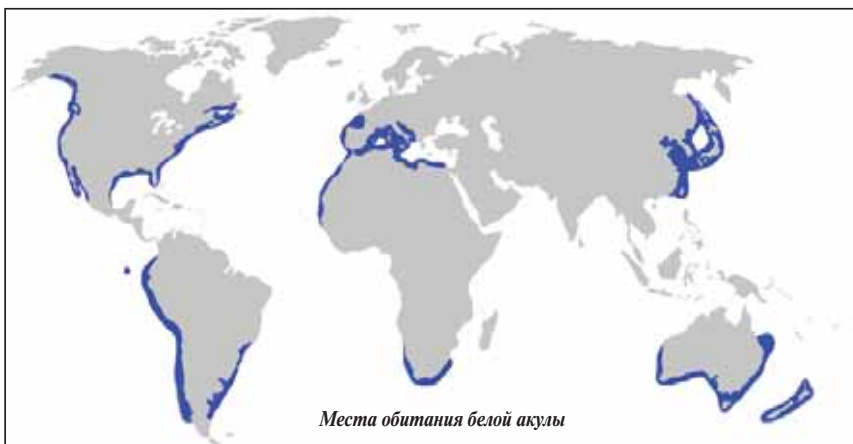
Выборка средиземноморских акул у исследователей была, прямо скажем, небольшой. Они выделили ДНК из заспиртованных тканей сердечной мышцы двух новорожденных рыб, пойманных у турецкого берега Эгейского моря, правда, в разных местах, из плавников акулки, выловленной близ Туниса, и из сухих тканей сицилийской акулы. Полученные результаты они сопоставили с определенными ранее последовательностями мтДНК акул северо-восточной

*Большая белая акула *Carcharodon carcharias* (от греческих слов *karcharos* — «острый» и *odous* — «зуб») возглавляет список акул-людоедов. Это самая крупная из современных хищных акул. Ее длина достигает 8 м, а вес — 3200 кг. Обитает практически во всех прибрежных и морских водах с температурой от 12 до 24°C. Питается рыбой, омарами, морскими млекопитающими. Половой зрелости достигает годов к 15, а сколько живет — точно не известно; по разным мнениям, от 30 до 100 лет. Белые акулы — яйцеживородящие, то есть яйца, оплодотворенные в теле самки, там же и развиваются. Выход акулят из материнского организма по-английски называется *pupping* — щенение*

Пацифики (по побережью Калифорнии), юго-западной Пацифики (Австралия и Новая Зеландия), Индийского океана (Южная Африка) и особой северо-западной Атлантики (всего 54 пробы). (Пацификой, по аналогии с Атлантикой, называют Тихий океан, а Индо-Пацификой — Тихий плюс Индийский.)

Хотя белые акулы плавают на огромные расстояния, африканский континент оказался для них барьером. Кархародоны Индо-Пацифики и Атлантики явно относятся к разным популяциям. Особняком стоит группа южноафриканских особей, которая ближе к акулам северо-западной Атлантики, чем хищники Индийского и Тихого океанов. Что касается средиземноморских акул, три исследованных митохондриальных образца оказались идентичными, четвертый от них почти не отличается, и все четыре очень близки к мтДНК рыб Индийского и Тихого океанов, а отнюдь не Атлантического, с которым сообщается Средиземное море.

Средиземноморскую популяцию отделяет от атлантической 51 мутация в контролирующей последовательности мтДНК, а от тихоокеанской — всего пять-шесть мутаций. Теоретически такая ситуация могла бы возникнуть в случае, если в Средиземное море заплывают акулы из Индийского океана. Самый ко-



Места обитания белой акулы



роткий путь лежит через Красное море и Суэцкий канал. Но никто не видел, чтобы в канале шлюзовались белые акулы, да и в Красном море они не встречаются: для кархародонов вода там слишком соленая и теплая. Круглой путь вокруг Африки они тоже не используют. Кроме того, исследователи не нашли у тихоокеанских акул средиземноморских гаплотипов, а в Средиземном море — тихоокеанских. Следовательно, две эти популяции в настоящее время не взаимодействуют, во всяком случае, свидетельств этих контактов нет.

Судя по количеству мутаций, которые отличают контролирующие районы мтДНК акул Средиземного моря и Индо-Пацифики, разделение этих популяций произошло около 450 тысяч лет назад, в позднем плейстоцене. Ученые предположили, что именно тогда группу тихоокеанских акул каким-то образом занесло в Средиземное море. Но каким, если они не плавают вокруг Африки?

Бурные воды плейстоцена

Для плейстоцена характерно чередование оледенений и межледниковий. Соответственно в холодные периоды уровень Мирового океана существенно падал и был метров на 80 ниже нынешнего, а когда ледники таяли, моря выходили из берегов. В периоды потеплений Индийский океан и юго-западная Атлантика, возможно, соединялись, и тихоокеанские виды заносило в Атлантический океан, а оттуда в Средиземное море. В одно из межледниковий туда заплыли белые акулы. Когда наступило очередное оледенение, уровень океана понизился, а группа белых акул осталась в изоляции в Средиземном море. Так и возникла эта популяция.

Если такой сценарий действительно имел место, то в Атлантический океан могли попасть не только белые акулы, но и другие тихоокеанские виды. В 2005 году американские и испанские ученые проанализировали 275 образцов мтДНК рыбы-меч. Этот вид обитает в тех же условиях, что и белая акула, ему также свойственна филопатрия, и он часто служит добычей для кархародона. Так вот,

исследователи обнаружили серьезные отличия между средиземноморскими и атлантическими меч-рыбами. Средиземноморская популяция оказалась более молодой и генетически однородной, чем атлантическая, и она очень близка к тихоокеанской.

Но если все дело в том, что океаны смешались и тихоокеанская рыба потекла в южную Атлантику, там должны были какое-то время присутствовать тихоокеанские гаплотипы и оставить свой след. Однако следов совместного пребывания тихоокеанских и атлантических видов пока нет даже у берегов Южной Африки. Так что вряд ли воды Тихого океана накатились на Атлантику и отхлынули, оставив в Средиземном море своих акул. И группа Лесли Нобла предложила другой сценарий.

Опять плейстоцен, межледниковье, океанское половодье. Течения, которыми следовали акулы, были гораздо сильнее, чем сейчас, и увлекали животных вдоль африканского побережья. Восточный берег Африки между 27° ю. ш. и 40° ю. ш. омывает течение мыса Игольного, или, как его называли португальцы, течение Агульяс. Оно переносит теплую воду Атлантики к югу, а у мыса Игольный раздваивается: часть его разворачивается против часовой стрелки и возвращается на восток, а другая обгибает Южную Африку и перетекает в южноатлантическое Бенгельское течение, идущее на север. Течение Агульяс довольно быстрое. На поверхности его скорость в наши дни может достигать 2 м/с, а в то время была еще выше. Возможно, тихоокеанских акул, подхваченных стремительным водным потоком, уносило из Индийского океана в Атлантический. А если они привыкли возвращаться на восток, то в конце концов могли оказаться в Средиземном море. Добычи там было много, и хищники остались, а во время очередного оледенения оказались заперты в теплом море, где и пережидали неблагоприятные условия. Тут сыграла свою роль филопатрия, и возникла средиземноморская популяция белых акул, произошедшая от нескольких особей-основателей. В такой же ситуации оказалась и рыба-меч; ученые пред-

полагают, что все средиземноморские представители этого вида — потомки одной особи.

Затворники Средиземного моря

Допустим, белые акулы (а также меч-рыбы и даже кашалоты) Индо-Пацифики по ошибке заплыли в Средиземное море. Почему за столько тысяч лет они не смешались с атлантическими сородичами? Исследователи отмечают, что белым акулам ничто не препятствует покидать родное море, но они, по-видимому, к этому не стремятся. В северо-восточной Атлантике этот вид встречается редко, хотя у Азорских островов изредка ловили взрослых рыб. В Гибралтарском проливе их тоже не замечали. Могли бы пересечь Атлантический океан акулы, обитающие у берегов Америки, но они предпочитают курсировать вдоль побережья США. Таким образом, миграция между средиземноморскими и атлантическими акулами хотя и возможна, но кажется маловероятной.

И раз уж мы заговорили об изоляции, нельзя исключить еще один вариант. Авторы исследования проанализировали очень мало образцов мтДНК. Возможно, в Атлантике изредка встречаются тихоокеанские гаплотипы — трудно доказать, что их там нет. Возможно также, что в плейстоцене соотношение гаплотипов было другим. И несколько атлантических особей с гаплотипом, который считается сейчас тихоокеанским, вполне могли основать средиземноморскую популяцию. А поскольку популяция достаточно изолирована, а у самок филопатрия, современные средиземноморские акулы сильно отличаются от атлантических. В ближайшем будущем Лесли Нобл с коллегами планируют исследовать мтДНК и ядерную ДНК белых акул на большей выборке, и тогда, возможно, картина прояснится.

Н. Резник

Статья написана по материалам журнала «Proceeding of the Royal Society B. Biological Science», 2011, т. 278, с. 1703.

Может ли болеть то, чего нет?

Мой друг лишился руки, но теперь его мучают боли в несуществующей руке. Врачи объясняют, что это фантомные боли, что так и должно быть и что лечить их трудно. Но откуда берется фантомная боль? Как может болеть то, чего нет? Врачи это не объясняют.

И.Петровский, Дзержинск

Фантомные боли — действительно, очень распространенное явление, которое в 70% случаев касается тех, у кого ампутирована нога или рука. Откуда же она берется? Согласно современным научным представлениям, этот фантом рождается в нашем мозгу.

Еще лет тридцать-сорок назад ученые полагали, что зрелость мозга наступает в возрасте около шестнадцати лет, после чего он перестает расти и развиваться. И если разрушаются волокна, которые связывают какие-то нейроны, то эта связь никогда не восстановится, равно как не восстанавливаются и сами нейроны. С тех пор в наших знаниях о мозге мы сильно продвинулись вперед и теперь знаем, что расхожее выражение «нервные клетки не восстанавливаются» не соответствует действительности. Наш мозг сохраняет пластичность до последних дней, а связи между нейронами постоянно возникают и разрушаются в ответ на внешние события. Например, у певчих птиц участок мозга, задействованный при пении, разрастается во время сезона размножения, а затем

вновь уменьшается. Иными словами, образуются новые нейроны и нейронные связи, которые опять исчезают, и все повторяется по кругу.

Но вернемся к фантомным болям. Вот как описывает причину этого явления известный британский физиолог Крис Фрит в своей книге «Мозг и душа».

«Мышцы, которыми мы не пользуемся, постепенно усыхают, но наш мозг реагирует на неиспользуемые участки тела иначе. Если у человека ампутирована рука, небольшой участок его мозга перестает получать какие-либо сигналы от нервных окончаний, находившихся в этой руке. Но нейроны этого участка не погибают. Они начинают использоваться для других целей. К этому участку непосредственно примыкает другой, который получает сигналы от нервных окончаний лица. Если область, отвечающая за руку, перестает использоваться, она может быть присвоена областью, отвечающей за лицо. В результате, если прикоснуться к лицу, человек будет чувствовать это прикосновение как обычно, но, кроме того, почувствует и прикосновение к определенной части фантомной руки.

Питер Халлиган (Peter Halligan) и его коллеги подробно исследовали этот эффект на примере женщины, ощущавшей фантомную руку. Халлиган по очереди прикасался к разным участкам ее лица и просил ее описать, в какой части фантомной руки она ощущала это прикосновение. Это позволило ему составить схему, отражающую связь участков лица с частями фантомной руки».

Интересно, что фантомная конечность может появиться у человека, не пережившего ампутацию, но перенесшего травму мозга. Крис Фрит рассказывает об одной пациентке из Финляндии, которая попала в больницу с сильной головной болью и параличом левой стороны тела. Причиной послужил лопнувший сосуд в лобной доле коры ее мозга. После успешной операции пациентка пошла на поправку и полностью выздоровела. Однако у нее появился один необычный симптом: пациентка нередко чувствовала, что у нее есть третья рука с левой стороны тела, фантомная рука. Она понимает, что у нее, разумеется, две руки, а не три, и что это ощущение вызвано мозговой травмой — после операции все-таки остался поврежденным небольшой участок лобной доли, связанный с управлением движениями. И тем не менее ощущение третьей руки бывает столь отчетливым, что иногда в магазине ей кажется, что она может задеть этой рукой покупателей вокруг.

Понятно, что и фантомные боли рождаются в мозгу — там же, где сама фантомная конечность. Но точный механизм неизвестен. И хотя впервые они были описаны Амбруазом Паре еще в 1552 году, этот феномен по-прежнему остается малопонятным, и следовательно, лечение — безуспешным.

Впрочем, понимание того, что мозг обманывает нас, дает уже многое. Пожалуй, наибольшего прогресса в диалоге с мозгом по вопросу фантомных болей сегодня добился известный нейрофизиолог Вилаянур Рамачандран, директор Центра мозга и сознания и профессор факультета психологии в Университете Калифорнии в Сан-Диего. Профессор Рамачандран заметил, что у многих до ампутации соответствующая часть тела была обездвижена параличом или повязкой и болела. После ампутации у пациента в мозгу сохраняется «запись» о параличе и боли в уже ампутированной конечности. И все, что нужно сделать — это «обмануть» мозг, то есть продемонстрировать ему, что рука или нога все еще на месте и ею можно пошевелить.

Рамачандран сумел сделать это с помощью обычного зеркала. Его первым пациентом стал молодой человек, у которого после аварии рука долгое время была парализована, а потом



Мышь, мышьяк и Калле-сыщик

Е. Стрельникова



Чем порадовать читателей в Международный год химии? Конечно же, рассказами о веществах, которые используют не только во благо, но и, к сожалению, во зло. За каждым таким веществом стоит интересная история науки, история идей и людей. К тому же вещества-преступники – излюбленные герои в произведениях мастеров детективного жанра и романах, в том числе классических, которые не грех вспомнить лишний раз. Серия таких рассказов будет опубликована в этом году в нашей новой рубрике «Криминальная химия».

«Калле вытащил из кармана синих штанов кусок шоколада и показал своему воображаемому собеседнику:

— У меня есть основания предполагать, что этот шоколад отравлен мышьяком.

Воображаемый собеседник поежился от страха.

— Ведь такие вещи случались и раньше, — безжалостно продолжал знаменитый сыщик. — А преступники часто подражают друг другу.

— Но как же узнать, есть там мышьяк или нет? — спросил воображаемый собеседник, растерянно глядя на шоколад.

— Надо сделать небольшой опыт, — спокойно ответил знаменитый сыщик. — Способ Марша. Я как раз этим и собираюсь заняться.

Воображаемый собеседник восторженно оглядел чулан.

— Да у вас прелестная лаборатория! — воскликнул он. — Насколько я понимаю, вы сведущий химик.

— Как вам сказать... сведущий... Конечно, большую часть своей долгой жизни я посвятил изучению химии, — согласился знаменитый сыщик. — Химия и криминалистика неразделимы, мой юный друг. Понимаете?

Если бы здесь присутствовали бедные родители Калле, они могли бы подтвердить, что большая часть долгой жизни знаменитого сыщика была действительно посвящена изучению химии, и как раз в этом чулане. Правда, они, скорее всего, выразились бы несколько иначе. Они, пожалуй, предпочли бы сказать, что он несколько раз пытался взорвать себя и весь дом, чтобы удовлетворить свое исследовательское любопытство, которое не всегда подкреплялось точными знаниями.

Но воображаемому собеседнику был чужд скепсис, свойственный родителям. Он с интересом наблюдал, как знаменитый сыщик доставал с полки какие-то приборы, спиртовку, разные стеклянные трубки и банки.

— А как его делают, этот опыт? — спросил он нетерпеливо.

Знаменитый сыщик только и ждал случая просветить своего о собеседника.

— Прежде всего нам нужен аппарат для получения водорода, — важно сказал он. — Вот он. Это обыкновенная колба, в которую я наливаю серную кислоту и кладу несколько кусочков цинка. Тут выделяется водород, так? Если теперь сюда ввести мышьяк в каком угодно виде, то получится газ AsH_3 — мышьяковистый водород. Отсюда газ поступает для просушивания в трубку с сухим хлористым кальцием, а затем вот в эту узенькую трубочку. Здесь мы подогреваем газ на спиртовке, и он распадается на водород и чистый мышьяк, причем мышьяк осаждается на стенках трубки в виде блестящего серо-черного налета. Так называемое мышьяковое зеркало — надеюсь, вы о нем слышали, мой молодой друг?

Его молодой друг никогда ни о чем не слышал, но он с неослабевающим интересом следил за всеми приготовлениями.

— Но не забудьте — я вовсе не утверждаю, что в шоколаде действительно есть мышьяк, — заметил Калле, когда он наконец зажег спиртовку. — Просто я для порядка делаю небольшой опыт и искренне надеюсь, что мои подозрения неосновательны.

В чулане воцарилась тишина. Знаменитый сыщик настолько погрузился в исследования, что совсем позабыл о своем юном друге.

Стеклянная трубочка подогрета. Калле измельчил кусочек шоколада, всыпал его через воронку в колбу и принялся ждать, затаив дыхание.

Что такое? Да это же оно! Мышьяковое зеркало! Страшное доказательство его правоты. Не веря своим глазам, Калле уставился на пробирку. В глубине души он все время сомневался. Теперь сомнения рассеялись. Но ведь это означает... означает что-то ужасное!

Дрожжащими руками он погасил спиртовку. Воображаемого собеседника уже не было. Он исчез в тот самый момент, когда знаменитый опытный сыщик опять превратился в маленького испуганного Калле».

Откуда Калле взял отравленный шоколад и что было дальше, вы можете узнать из книги Астрид Линдгрэн «Приключе-

ния Калле Блумквиста». Отрывок взят из повести «Калле Блумквист рискует» (рекомендуем перевод Н.Городинской). А наш рассказ — о мышьяке.

Кто же не знает мышьяк!

Слово это хорошо знакомо даже тем, кто не изучал химию, как синоним сильного яда. Тем, кто химию изучал и знаком с таблицей Менделеева, известно, что «мышьяк» — название химического элемента. Им известно также, что в большинстве случаев название химического элемента совпадает с названием простого вещества этого химического элемента. Значит ли это, что в шоколаде было подмешано простое вещество мышьяк (точнее, одна из его аллотропных модификаций)? Нет, ведь простое вещество мышьяк малотоксично.

В качестве яда с давних пор используют оксид мышьяка(III) As_2O_3 , который и называют в быту «мышьяк», а в технике — «белый мышьяк». Это вещество известно человеку с античных времен, его упоминает в своих трудах Аристотель (IV в до н. э.). Наши предки хорошо знали токсичность «мышьяка зелья» и пользовались ею. История знает немало случаев отравления из политических соображений. Одной из жертв такого преступления стал галицкий князь Дмитрий Юрьевич Шемяка, который, по свидетельству Новгородской летописи, «умре с отравы» в 1453 году. А Ермолинская летопись приводит подробности злодеяния: дьяк Стефан Бородатый привез зелье из Москвы и передал его новгородскому боярину Исааку Борецкому, который «подкупил князя Дмитреева повара, именем Поганка, той же даст ему зелие в куряти». «Заказчиком» преступления был, по общему мнению, великий князь Московский Василий II (Темный). Если помните, Темным его прозвали за то, что он был ослеплен, и ослеплен по приказу не кого иного, как Дмитрия Шемяки. Но жестокий поступок Шемяки был актом возмездия за брата, Василия Юрьевича, которого ранее подобным образом ослепил сам Василий II, тогда еще не Темный. Самый непостижимый для современного человека факт — все эти князья, два Василия и Дмитрий,

были внуками Дмитрия Донского, то есть близкими родственниками! Вот что делает с людьми стремление к власти. А для нас эта темная история интересна тем, что в 1987 году останки князя Дмитрия, перенесенные в XVII веке в Софийский собор Новгорода Великого из Георгиевского собора Юрьева монастыря, были подвергнуты исследованию и в них обнаружили мышьяк в количестве, на порядок превышающем нормальное. Поганкино кушанье, оказывается, было начинено мышьяком! (См. «Химию и жизнь», 1998, № 7.)

Слово «мышьяк» в русской письменной речи впервые отмечено в XVII веке (в устной, надо думать, — гораздо раньше). В список же химических элементов мышьяк попадает только в 1789 году с легкой руки Лавуазье (простое вещество, так называемый элементарный мышьяк, получено было раньше; еще в XIII веке Альберт Великий описал его получение из природных соединений). Из этого следует, что русское название элемента № 33 произошло от названия его ядовитого оксида.

Слово «мышьяк» существует только в восточнославянских языках (русский, белорусский и украинский). В большинстве славянских, а также в романогерманских языках — вариации на тему латинского «arsenicum» (арсен, arsen, arsenic, Arsenik). Это слово восходит к греческому «ἀρσενικός» — «мужской», или «сильный», от которого образовано греческое название природного сульфида мышьяка (As_2S_3) — «ἀρσενικόν». В минералогии используется латинское название этого минерала — аурипигмент, что можно перевести как «золотая краска». Действительно, ярко-желтый аурипигмент, особенно в соседстве с другим сульфидом мышьяка, оранжевым реальгаром, замечательно красив. На выставках минералов образцы реальгара и аурипигмента неизменно привлекают внимание зрителей.

И при чем здесь мыши?

Вернемся к мышьяку. Всем понятно, что корень этого названия — «мышь», имя давнего (и не всеми любимого) соседа человека. Интересно, что имя этого зверька практически интернационально. Латинское название домовых мыши — *Mus musculus* (кстати, в сказке финского писателя Ханну Мякеля «Пяйве и его дом» так зовут одного симпатичного героя «мышьиной национальности»), украинское — «миш» (читается как «мыш»), польское — «mysz», немецкое — «Maus», английское — «mouse», — и восходит к общему индоевропейскому корню, имевшему значение «расхититель». Да и в разговорной немецкой речи глагол «mausen» означает «стянуть, стащить».

Иногда вторую часть слова — «-як» — считают искаженным «яд», но это всего лишь суффикс, участвующий в образовании различных русских слов («синяк», «кругляк»). Гуманные авторы историко-этимологического словаря высказывают робкое предположение, что название «мышьяк» пошло от серого цвета основной аллотропной модификации мышьяка. Но если вспомнить, что название «мышьяк» было дано не простому веществу — «серому мышьяку», а ядовитому оксиду — «белому мышьяку», то более правдоподобно покажется жестокая версия: «мышьяк — мышинный яд».

Действительно, вплоть до XX века это средство для борьбы с домашними грызунами можно было купить в аптеке. Злонамеренные же личности использовали его в преступных целях: иногда для самоубийства, как героиня романа Флобера «Госпожа Бовари» Эмма, а чаще — для убийства. В течение нескольких столетий и до середины XIX века мышьяк возглавлял «хит-парад» ядовитых снадобий, излюбленных преступниками: во-первых, доступен практически любому, кто придумает благовидный предлог для покупки его в аптеке; во-вторых, не имеет вкуса и запаха, растворим в воде и может быть подмешан к любой пище; в-третьих, симптомы отравления очень напоминают признаки заболевания холерой, хорошо известной жителям средневековой Европы, или пищевого отравления. Аот как описывает эти симптомы Николай Семенович Лесков в повести «Леди Макбет Мценского уезда»: «Поел Борис Тимофеевич на ночь грибок с кашицей, и началась у него изжога; вдруг схватило его под ложечкой; рвоты страшные поднялись, и к утру он умер, и как раз так, как умирали у него в амбарах крысы, для которых Катерина Львовна всегда своими собственными руками приготавливала особое кушанье с порученным ее хранению опасным белым порошком».

Более подробно симптомы отравления мышьяком изобразил Гюстав Флобер в своем романе «Госпожа Бовари». Вот что испытывала Эмма кроме уже упомянутой рвоты и резей в животе: «Плечи у нее ходили ходуном, а сама она стала белее простыни, в которую впивались ее сведенные судорогой пальцы. Ее неровный пульс был теперь почти неуловим».

При взгляде на посиневшее лицо Эммы, все в капельках пота, казалось, что оно покрыто свинцовым налетом. Зубы у нее стучали, расширенные зрачки, должно быть, неясно различали предметы... Между тем кричать она стала громче. Внезапно из груди у нее вырвался глухой стон. После этого она

объявила, что ей хорошо, что она сейчас встанет. Но тут ее схватила судорога.

— Ах, Боже мой, как больно! — крикнула она».

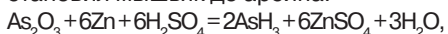
Но даже если появлялись подозрения в отравлении, доказать его было невозможно: не было методов обнаружения яда в пище и тканях жертвы. Поэтому бездушные отравители хладнокровно обрекали жертву на продолжительные мучения, как правило, ради наследства. Бытовало даже мрачно-шутливое название мышьяка: «порошок для наследников».

Химики на службе закона

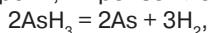
Попытки создать чувствительный и в то же время избирательный метод обнаружения мышьяка предпринимались уже с XVII века. Занимался решением этой проблемы, в частности, Роберт Бойль. Первый метод, пригодный для криминалистических исследований, разработал знаменитый шведский химик Карл Вильгельм Шееле, аптекарь по основной специальности (в XVIII веке аптекари одновременно были и химиками, потому что лекарственные средства им приходилось изготавливать самим). Суть метода сводится к следующему: триоксид мышьяка растворяют в соляной кислоте, добавляют цинк, выделяющийся в реакции цинка с кислотой атомарный водород («водород в момент выделения») восстанавливает мышьяк до газообразного мышьяковистого водорода, или арсина AsH_3 . (Как видим, пока эти действия аналогичны действиям Калле-сыщика.) Шееле ограничивался получением арсина, не производя с ним дальнейших манипуляций. Достаточным признаком наличия мышьяка он считал характерный чесночный запах арсина (современные исследователи установили, что чесночный запах имеет не арсин, а сопутствующие ему другие летучие соединения мышьяка). Однако в конце XVIII века это открытие не совершило переворота в правосудии: не сведущие в химии присяжные и судьи не принимали в качестве доказательства запах. Кстати, чесночный запах при дыхании — один из клинических симптомов отравления мышьяком.

В 1836 году английский химик Джеймс Марш, ассистент знаменитого Майкла Фарадея, усовершенствовал метод Шееле. Он воспользовался нестойкостью арсина к нагреванию: при 300–400° этот газ разлагается, образуя простые вещества. Для тех, кто изучал Периодический закон, это неудивительно, ведь прочность связей в водородных соединениях неметаллов уменьшается в главной подгруппе с возрастанием порядкового номера элемента. Значит, фосфин PH_3 менее прочен, чем аммиак

NH_3 , а арсин еще менее прочен, чем фосфин. Именно методом Марша и воспользовался Калле. Сначала он восстановил мышьяк до арсина:

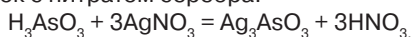


затем осушил его, пропуская через безводный хлорид кальция, а потом нагрел трубочку, через которую проходил арсин, и произошло разложение:



а образовавшийся мышьяк в виде блестящего металлического зеркала осел на стенках трубочки. Отдадим должное Астрид Линдгрэн (а также переводчице ее чудесной повести Н. Городинской) — техника эксперимента описана толково.

Марш осаждал мышьяк на фарфоровой пластинке, расположенной у отверстия трубки. Такое же зеркало, только сурьмяное, можно наблюдать для соединений сурьмы. Чтобы не перепутать мышьяковое зеркало с сурьмяным, Марш доработал метод. Зеркальный налет окислялся на воздухе и переводился в раствор в виде мышьяковистой кислоты H_3AsO_3 , которая, в отличие от соединений сурьмы, дает желтый осадок с нитратом серебра:



Метод Марша обладал высокой для своего времени чувствительностью, позволяя обнаруживать мышьяк в образцах, содержащих от 0,001 мг этого элемента. Над разработкой своего метода Джеймс Марш работал четыре года. Подтолкнул его к исследованию проблемы судебный казус. Некий Джон Бодл, угостивший своего дедушку кофе с мышьяком, был оправдан судом, потому что результат химического анализа на мышьяк не убедил присяжных. Анализ заключался в пропускании сероводорода через раствор мышьяковой соли, а проводил анализ по делу Бодла Джеймс Марш. Неудача в суде, из-за которой преступник остался безнаказанным, побудила Марша заняться разработкой надежного теста на мышьяк. А Джон Бодл впоследствии сам сознался в своем преступлении.

В судебной практике метод Марша впервые был использован в 1840 году при расследовании преступления молодой француженки Мари Лафарж. Девушка из обедневшей семьи вышла замуж по расчету за неотесанного, но богатого Шарля Лафаржа. После свадьбы выяснилось, что Лафарж ввел невесту в заблуждение относительно своего состояния. Наоборот, он сам рассчитывал на приданое Мари. Поскольку разводы в те времена не практиковались, Мари решила исправить свою ошибку самым радикальным способом. Она покупала в аптеке небольшие порции мышьяка для борьбы с мышами, но, на мышьино счастье, по дому разбрасывала обыкновенную соду, а отраву подсыпала мужу

в еду. Это привело в конце концов к смерти Шарля.

Родственники мужа, заподозрив неладное, сохранили остатки отравленной пищи. Мари не подозревала, что науке уже известен метод распознавания мышьяка. Первая экспертиза, проведенная двумя не знакомыми с методом Марша врачами, свидетельствовала в пользу Мари, однако прокурор подверг ее результаты сомнению и привлек других экспертов. Они знали о методе Марша, но не обладали практическими навыками в его использовании. Снова неудача. И только парижский врач-токсиколог Матьё Орфила, принявший участие в очередной экспертизе, смог доказать виновность Мари Лафарж, обнаружив в остатках еды и в организме покойного высокое содержание мышьяка. С этого момента метод Марша прочно вошел в криминалистику и отравители мышьяком стали получать по заслугам.

Почему мышьяк ядовит

Вероятно, пыливый читатель хочет знать, в чем причина высокой токсичности соединений мышьяка. Действительно, соединения мышьяка относятся ко второму классу опасности (высокоопасные вещества). Наиболее ядовит мышьяковистый водород, или арсин (как видим, опыт Калле был небезопасен...). Но газ неудобен в применении, поэтому широкое распространение получил «белый мышьяк», тоже высокотоксичный. Для смертельного отравления, по некоторым сведениям, достаточно дозы в 60–70 мг. Интересно, что в организме человека содержится мышьяк (в среднем 18 мг) — вот блестящее подтверждение слов Парацельса: «Все есть яд, и ничто не лишено ядовитости; одна лишь доза делает яд незаметным». Небольшие дозы соединений мышьяка используют в различных целях в медицине (например, в стоматологии), но не об этом речь в нашей статье. Нас интересует механизм токсического воздействия.

Оказывается, мышьяк, подобно другим ядовитым веществам, таким, как соединения ртути, свинца, сурьмы и др., вступает в химическую реакцию с

сульфгидрильными, или тиольными, группами ($-\text{SH}$), входящими в состав белковых молекул. Поскольку ферменты (катализаторы биохимических процессов в организме) представляют собой белковые молекулы, то понятно, что мышьяк, блокируя сульфгидрильные группы этих молекул, выводит из строя ферменты. При этом нарушается течение биохимических процессов, обеспечивающих, например, передачу нервного импульса, тканевое дыхание и прочее. Отсюда клинические симптомы отравления мышьяком: снижение кровяного давления, признаки нарушения деятельности центральной нервной системы, судороги.

В качестве противоядия для тиоловых ядов, к которым относится мышьяк, используют вещества, содержащие сульфгидрильные группы и способные более прочно, чем белки, связывать соединения мышьяка, ртути и других тяжелых металлов. Одно из таких веществ, унитиол (димеркаптопропансульфонат натрия), является универсальным антидотом (противоядием) при отравлениях мышьяком и тяжелыми металлами. Для профилактики хронического отравления тиоловыми ядами на производстве нужны вещества, не наносящие вред организму при длительном применении. Одним из таких средств оказалась группа природных полисахаридов — пектины. Пектины способны связывать катионы тяжелых металлов и мышьяка. Вырабатываются пектины плодами растений, например яблоками. Яблочный мармелад богат пектинами. Собственно, благодаря пектинам яблоки и образуют мармелад.

Специально приготовленный мармелад профилактическими курсами в течение двух месяцев полагается выдавать рабочим вредных производств, работающим с тиоловыми ядами. Защитное действие пектинов объясняется способностью двух карбоксильных групп, содержащихся в каждом структурном звене, химически связывать катионы многих металлов, а также способностью этих веществ поглощать, как бы впитывая, различные вещества. В качестве же средства первой помощи при попадании мышьяка или других тиоловых ядов в желудок





годится сырое куриное яйцо и даже просто молоко. Белок яйца альбумин или молочный белок казеин «принимают на себя» тиоловые яды, связывая их своими сульфгидрильными группами и защищая тем самым желудок.

Тайна смерти Наполеона

Особо богаты сульфгидрильными группами белки волос и ногтей, поэтому в волосах и ногтях мышьяк (как, впрочем, и сурьма, и ртуть, и свинец, и другие тяжелые металлы) накапливается. При этом по длине волоса он будет распределен неравномерно, если в какие-то периоды жизни в организм его поступало больше, чем обычно. Этот факт позволяет установить динамику поступления мышьяка в организм, если исследователь располагает образцом волос жертвы и надежным методом обнаружения в нем мышьяка.

Такой метод (более чувствительный, чем метод Марша) используют в современной криминалистике начиная с 50-х годов XX века. Это нейтронно-активационный анализ. Суть метода в том, что при облучении нейтронами материала, содержащего стабильные изотопы какого-то элемента (например, мышьяка), их ядра поглощают нейтроны и становятся нестабильными, то есть подверженными радиоактивному распаду. По характеру радиоактивного излучения можно судить о том, какой элемент содержится в образце, а по интенсивности излучения – о концентрации этого элемента. Для таких исследований требуется источник медленных нейтронов (к примеру, ядерный реактор) и прибор для фиксации радиоактивного излучения (спектрометр). Автор метода, венгерский химик Дьёрдь де Хевеши был удостоен Нобелевской премии в 1943 году.

В 1961 году с помощью этого метода был исследован образец волос Наполеона Бонапарта, полученный в качестве реликвии одним из его преданных сторонников после смерти императора на острове Святой Елены в 1821 году. Результаты оказались сенсационными: содержание мышьяка в образце в десять раз превышало норму. Из этого был

сделан вывод, что Наполеон в последние месяцы своей жизни подвергался медленному отравлению, хотя причиной его смерти считался рак желудка. Правда, существовали и другие версии. Согласно одной из них, в покоях Наполеона стены были покрыты зелеными обоями, а в качестве зеленого пигмента в те времена использовался основной арсенит меди, или «зелень Шееле».

Более 30 лет назад в руках английского физикохимика Дэвида Джонса оказался кусок обоев из спальни Наполеона. Анализ показал, что на 1 м² площади этих обоев приходилось 0,12 г мышьяка. Но еще в конце XIX века были проведены исследования, доказавшие, что при содержании 0,015 г мышьяка на 1 м² обоев жильцы помещения испытывают недомогания, в частности страдают желудочно-кишечными заболеваниями, которые прекращались после смены обоев. Обои с острова Святой Елены содержали мышьяка на порядок больше! Из обоев он мог поступать в воздух, оттуда в легкие... К этому процессу, скорее всего, причастна плесень *Scopulariopsis bevcaulis*, бытующая на острове. Известно, что эта плесень способна перерабатывать ядовитые для нее соединения мышьяка в газообразный триметиларсин, еще более ядовитый, но уже для людей. Недаром свита Наполеона постоянно жаловалась на желудочные хвори, приступы озноба и опухание конечностей — симптомы хронического отравления мышьяком. А тот факт, что обои в резиденции экс-императора страдали от плесени, подтвержден документально.

Согласно другой версии, в волосах была обнаружена сурьма, по ошибке принятая за мышьяк, а попадала она в организм с лекарством, которое регулярно принимал Наполеон. Сурьма тоже ядовита, но в гораздо меньшей степени, потому что под действием желудочного сока ее соединения превращаются в нерастворимые продукты, не способные всасываться стенками кишечника.

Мышьяк не только для мышей

Другую точку зрения на тайну смерти Наполеона высказал известный американский биохимик Эндрю Бенсон в интервью, опубликованном в «Химии и жизни» (1980, № 3). Он считает, что Наполеон в течение долгого времени принимал укрепляющие средства, содержащие мышьяк. Поэтому неудивительно, что мышьяк накапливался в волосах. Удивительно другое: почему ядовитое вещество прописывали в качестве, как теперь принято говорить, БАДа?

Оказывается, издавна известно, что препараты мышьяка (разумеется, в умеренных дозах) улучшают состояние кожи, повышают выносливость организма. С XVIII века в Англии в качестве средства от малярии продавался однопроцентный раствор арсенита калия, с 1809 года включенный в Лондонскую фармакопею под названием «Раствор доктора Фаулера». Женщины стали применять его для улучшения цвета лица: кожа становилась более упругой, приобретала модный бледный оттенок. Употребляла мышьяковистый препарат, например, Элизабет Сиддал, муза прерафаэлитов, жена Данте Габриэля Росетти. «Открыл» эту девушку художник-прерафаэлит Уолтер Деверелл, по словам которого у Элизабет «лицо ангела и глаза Медузы Горгоны, превращающие в камень любого, кто посмотрит на нее». Знаменитая «Офелия» Джона Эверетта Милле написана с Элизабет Сиддал.

А в 1851 году в одном из венских журналов появилась публикация о давнем обычае жителей Штирии, горного района в Австрии, поедать мышьяк. Благодаря ему горцы легче передвигались по пересеченной местности, меньше уставали, а кожа и волосы у них становились красивее.

К исследованиям соединений мышьяка был причастен химик и композитор Александр Порфирьевич Бородин. Его докторская диссертация на медицинскую тему (он был еще и врачом) посвящена мышьяковой кислоте. Автор «Князя Игоря» слыл остроумным человеком. Вот одна забавная история, рассказанная в журнале «Химия и жизнь» (1967, № 8).

Как-то Балакирев попросил у Бородина мышьяка для истребления мышей, но вместо яда получил записку: «При моем желании спасти Вас от съедения мышами мышьяка не посылаю и не советую употреблять, ибо Вы можете перетравиться, и таким образом квартира № 39 в доме Бенардаки останется без жильцов, а музыка без деятеля. На всякий случай я заблаговременно начну писать реквием, ибо в покойниках недостатка не будет: или Вы уморите мышей или они Вас уморят. Чтобы Вас не доводить до отчаяния, дам Вам практический совет купить мышеловку».



Дайте Фелисе работу

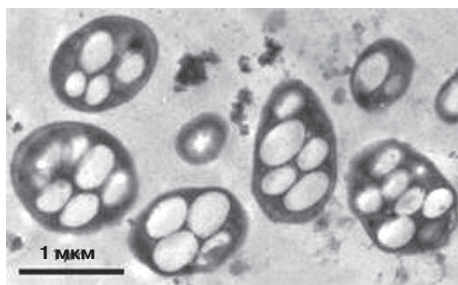
Ядами называют вещества, которые взаимодействуют с биомолекулами и нарушают их функции. А питательные — это вещества, из которых строятся биомолекулы. Может ли яд быть строительным материалом? — такой вопрос задает онлайн-публикация в «Science» (2010, 2 декабря, DOI: 10.1126/science.1197258).

В озере Моно (США, штат Калифорния) не водится рыба: pH воды 10 плюс высокое содержание солей, в том числе арсенитов и арсенатов — концентрация мышьяка 200 мкМ. Грязь со дна озера Моно давно привлекает микробиологов: в ней живут бактерии, для которых этот едкий раствор — дом и пища. Биохимия этих созданий совершенно фантастична.

Для нас с вами мышьяк — смертельный яд, причем арсениты опаснее арсенатов (трехвалентный мышьяк хуже пятивалентного). Соли мышьяка охотно взаимодействуют с SH-группами белков и тем самым выводят из строя ферменты и мембранные каналы, отвечающие за транспорт. Уровнем выше они нарушают процессы окислительного фосфорилирования и продукцию АТФ (не только потому, что портят ферменты, но и потому, что конкурируют с фосфатом). Эффекты на уровне многоклеточного организма описаны в предыдущей статье. Однако бактерии озера Моно как-то ухитряются выжить.

А декабрьская сенсация состоит в том, что группа ученых под руководством Фелисы Волф-Саймон (Геологическая служба США) сумела культивировать бактерию, для которой мышьяк — не яд, а необходимый компонент среды. По мнению авторов статьи, найденный ими штамм использует вместо фосфата PO_4^{3-} арсенат AsO_4^{3-} (действительно, они сходны по строению и химическим свойствам). Строит из него «скелет» нуклеиновых кислот, использует арсенатные аналоги АТФ, синтезирует мембранные арсенолипиды и т. д. В известном списке «углерод, водород, кислород, азот, сера, фосфор» последний элемент предлагается заменить на другой, да еще традиционно несовместимый с жизнью... Исследование было поддержано грантом NASA: изучение биотопов вроде озера Моно может изменить наши представления об «условиях, пригодных для жизни» во Вселенной.

Найденная бактерия — новый вид, а штамм бактерий семейства Halomonadaceae. Штамм назвали GFAJ-1, сокращенно от Give Felisa A Job, «дайте Фелисе работу». Как в воду глядели: теперь у Фелисы будет мало свободного времени.



Бактерии с «мышьяковой» ДНК
зачем-то обзавелись
крупными вакуолями



РАССЛЕДОВАНИЕ

Ученые собрали грязь со дна озера и поместили ее в микробиологическую среду с щелочным pH, глюкозой как источником углерода, необходимыми солями, витаминами и микроэлементами — но без фосфат-иона (если не считать его примесей в других компонентах, что дало около 3 мкМ), зато с арсенатом. Отобрали колонию, которая росла и в этих условиях, хотя медленнее, чем на фосфатной среде. При пересевах (сначала в жидкой среде, затем на агаре) концентрация арсената постепенно увеличивалась, от 100 мкМ до целых 40 мМ. Бактерия продолжала расти. Более того, когда ей предложили мышьяк, метка распределилась по клеточным фракциям, содержащим нуклеиновые кислоты, белки, липиды и низкомолекулярные метаболиты, примерно так, как в норме распределяется фосфат.



Фото NASA

Фелиса Волф-Саймон

А масс-спектрометрия показала, что ДНК бактерий содержит мышьяк (это можно считать подтверждением, но не прямым доказательством «мышьякового скелета»). Были получены данные в пользу того, что этот мышьяк образует связи не только с кислородом, но и с углеродом. Однако метилирование соединений мышьяка в живой клетке — обычное явление.

В пресс-релизе NASA говорилось о «пересмотре фундаментальных знаний о жизни», а новостные ленты без стеснения сообщали: «Ученые нашли в озере внеземных бактерий». Понятно, что научное сообщество ответило резкой критикой.

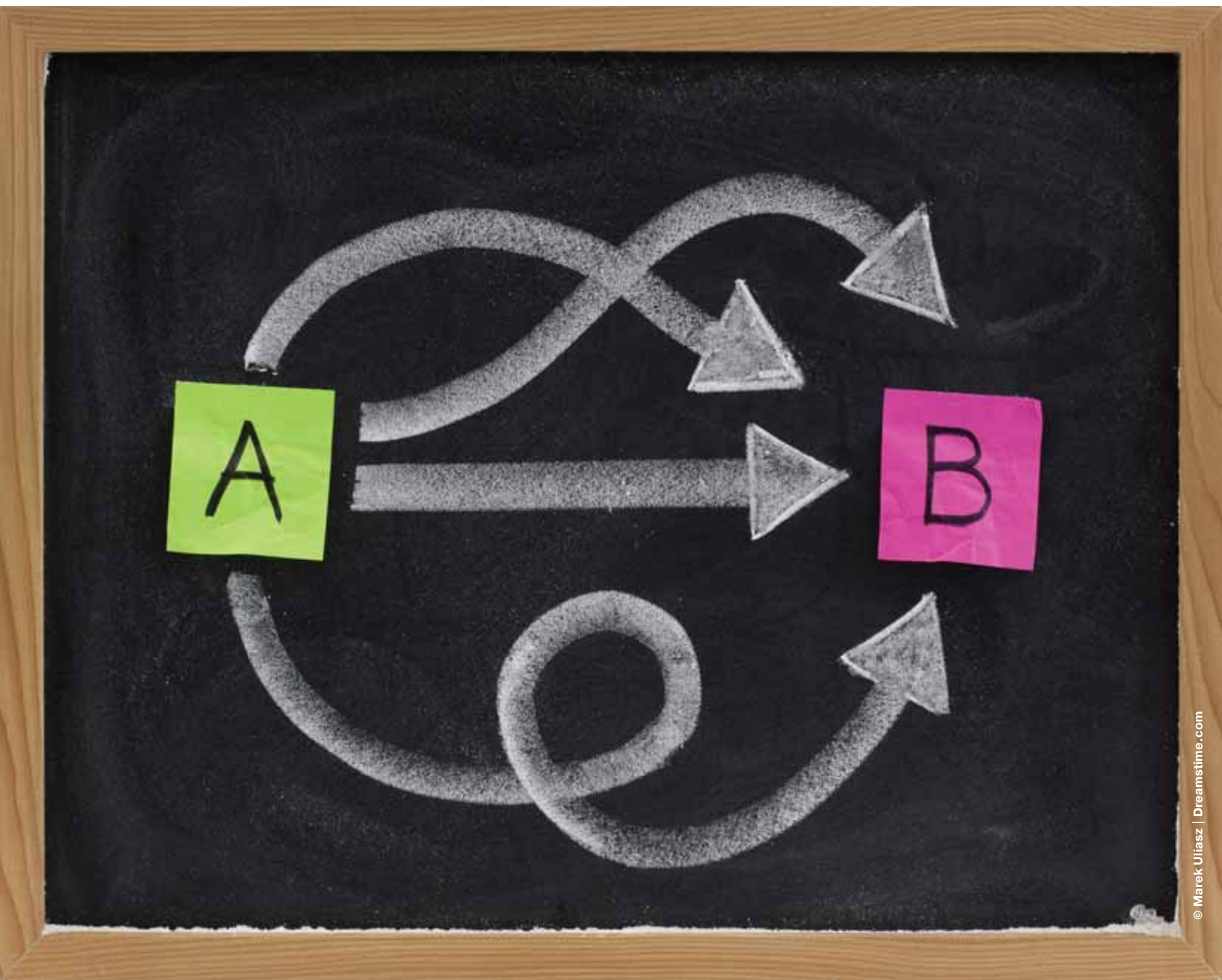
Может ли мышьяковый аналог АТФ обеспечивать клетки энергией? Как с фосфорилированием белков — заменит ли его арсенирование? Фосфаты образуют куда более слабые связи в водном растворе. Можно предположить, что бактерия как-то стабилизирует эти

связи, но возможно и то, что бактерия живет на голодном фосфорном пайке, а мышьяк просто терпит. Джеральд Джойс, биохимик из Скриппсовского института, обратил внимание, что на фотографии «мышьяковых» бактерий хорошо видны вакуоли, очень похожие на те, в которых микроорганизмы аккумулируют вредные вещества. Стивен Беннер из Фонда прикладной молекулярной эволюции не без ехидства отметил, что арсенат заменит фосфат в бактериальной ДНК так же успешно, как колечко из оловянной фольги — звено стальной цепи. Роджер Саммонс из Массачусетского технологического института добавил, что ни одно мышьяксодержащее органическое вещество не было идентифицировано напрямую. Между тем сделать это несложно, например с помощью масс-спектрометрии.

Микробиолог Розмари Редфилд из университета Британской Колумбии (Канада) разместила в своем блоге язвительный «разбор полетов», где перечислила слабые места работы Волф-Саймон и соавторов (<http://rrresearch.blogspot.com/2010/12/arsenic-associated-bacterianas.html>). По ее мнению, после того, как NASA опозорилось с «марсианскими бактериями», любые их микробиологические изыскания подозрительны, а эта работа подтверждает худшие опасения. Почему авторы не пишут о том, сколько фосфата содержалось в образце озерной грязи? Его там в четыре больше, чем арсената, бактериям могло хватить. Графики роста бактерий и расчет минимального необходимого количества фосфора вызывают вопросы. И как можно было исследовать элементный состав ДНК, не извлеченной из агарозного геля?..

Фелиса Волф-Саймон заявила, что не собирается дискутировать в «сетевом» стиле, а будет отвечать только на замечания, высказанные в соответствии с правилами научной дискуссии. Немного странно после непринужденных заявлений для прессы, но тут она в своем праве. «Science» тем временем предоставил площадку, где любой желающий может задать вопрос по многострадальной статье (<http://news.sciencemag.org/scienceinsider/2010/12/author-of-controversial-arsenic-.html>). Дебаты продолжаются. Но даже строгие критики не отрицают, что мышьякоустойчивая бактерия достойна внимания ученых.

Е. Клещенко



Что бывает альтернативным?



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Л.Хатуль

Для начала...

...спросим Гугла, и он нам радостно ответит, что бывают, например, альтернативная история (210 тысяч ссылок), альтернативная медицина (150 тысяч ссылок), альтернативная литература (58), альтернативная психология (17), альтернативная техника (12), альтернативная педагогика (5,3), альтернативная биология (1,9), альтернативная философия (1,6), альтернативная социология (1,2), альтернативная религия (0,97), альтернативная химия (0,32).

Интересно было бы понять, почему именно так распределилась популярность. Каковы вообще мотивы употребления словосочетания: «альтернативное что-то»? Первым приходит в голову протест против засилья тех, кто все кресла занял и право все решать узурпировали. Этот мотив действует в основном в верхней половине списка. Второй мотив денежный: желание ухватить кусок пирога; с этим дело плохо, кроме медицины и отчасти истории. Альтернативная медицина паразитирует на страхе, а термин «альтернативная история» отчасти обязан своей популярностью деятельности некоторых квазиисториков, утверждающих, что и истории никакой не было. Впрочем, раскупаемость их писаний – все равно след-

ствие психологии, тяги к чудесному. Возможно, что тут еще и желание убедиться в незыблемости мира либо мысль, что все могло сложиться иначе. Что она могла меня полюбить, что я могла встретить другого и так далее. Альтернативная литература так высоко забралась, наверное, потому, что вот где амбиции очень уж хорошо уродились – публиковаться многим хочется, и бумага еще своей притягательной силой не потеряла, хоть в Интернете читателей уже и больше.

И каждый автоматически находит в области этой альтернативной истории то, что комфортно его психике, – хоть незыблемость, хоть случайность. Заметим, что вообще связь психологии исследователя и выбора им области работы, связь психологии и стиля работы – области интересные и изучаемые, но несколько табуированные: наука априори считается объективной сферой деятельности. И физик, и химик на попытку связать их психологию с их работой, скорее всего, фыркнут. Хотя на самом деле это важный и интересный вопрос.

Три основных вида альтернативности

Первый – это применение методов и средств, в основной части данной науки считающихся недопустимыми и не применяемых или, по крайней мере, очень маргинальных. Это характерно прежде всего для альтернативной медицины.

Второй – рассмотрение гипотез, ранее отвергнутых данной наукой ввиду противоречий – внутренних либо с экспериментом – или не принимаемых к рассмотрению по общенаучным соображениям (не опирается на факты, не может быть верифицирована и т. д.) Это характерно, например, для альтернативной физики.

Третий – это рассмотрение событий, не имевших или имеющих места в реальном мире. Например: присутствие на Земле в настоящее время инопланетян, наличие в Тихом океане Атлантиды (всем известно, что она в Атлантическом, но ее облака закрывают, когда спутники пролетают, и это, конечно, неспроста!), смерть Пол Пота (Гитлера, Сталина и т. п.) в младенчестве, осуществление трансатлантической связи Генрихом Герцем 1888 году, а не Маркони в 1901 году и так далее.

Именно оперирование с этим третьим видом альтернативности и отделяет сегодня альтернативную историю от прочих альтернативностей. Ее главный материал – рассмотрение вопроса, как повлияло бы на дальнейший ход истории, если бы нечто реально не произошедшее произошло или, наоборот, нечто реально произошедшее не произошло. Гуманитарий бы добавил: «Там и тогда, где и когда оно произошло», но нужды в этом доведке нет – время и место являются частью события, ситуации, явления. Сразу же отметим главное: по степени фантастичности эти события совершенно различны. Альтернативные историки рассматривают те события, которые они считают в принципе возможными. То есть инопланетяне ими не рассматриваются, а рассматриваются, как правило, мелочи или случайности (заболел Македонский или нет, попала пуля в Линкольна или нет, задавил автомобиль Черчилля или не до конца) в применении к крупным фигурам. Интуитивно предполагается, что именно это – точки неустойчивости, когда малое воздействие может вызвать серьезные изменения. Литература по этой теме – собственно работы в данном жанре, критика и аналитика – необъятна.

Альтернативное в физике, химии, технике

Естественные науки и техника, вся на них базирующаяся, оперируют двумя группами объектов. Первая группа объектов – это сами величины (длина, время, масса), их связи (второй закон Ньютона), а также параметры и константы (постоянная всемирного тяготения). Вторая группа объек-

тов – это параметры объектов: прочности, теплопроводности, скорости гольфстримов. Третья группа – события: что-то произошло тогда-то и там-то, например закон всемирного тяготения был открыт в Англии в 1687 году. Что из этого всего может быть изменено?

Список самих величин изменен быть может, но проку в этом никакого, ибо существующий список физических величин полон относительно охваченной части природы. То есть, как показала практика, достаточен для описания – вопросы возникают при установлении связи величин, при установлении законов и констант. Вопрос о самих величинах возник при освоении физикой той или иной части природы: понятия массы, силы и ускорения возникли раньше, энергии и импульса – позже и так далее. Какие-то понятия и величины возникают сейчас и будут возникать впредь – но на фронтире.

Другое дело, что и внутри освоенной части можно придумать новую величину. Например, суперускорение или скорость измерения ускорения (или ускорение изменения скорости), третью производную координаты по времени. Но что с этого проку – она в отличие от ускорения не войдет ни в один физический закон и никому не пригодится.

Некоторые законы физики изменять до какой-то степени можно, пока мы не напарываемся на противоречия с чем-то принципиальным, например с законом сохранения энергии. Скажем, заменить закон Ома – ток пропорционален напряжению – на закон ток пропорционален квадрату напряжения можно, и ничего принципиально не изменится. Более того, можно придумать и создать условия, в которых этот закон будет в некотором диапазоне величин соблюдаться. А вот сделать (без использования внешних источников энергии), чтобы в законе Ома сменился знак, – нельзя. Можно было бы ввести деление на общие и частные законы физики по признаку возможности изменения, но это если и продуктивно, то лишь в методических целях. Потому что любой физический закон выполняется в некоторых условиях и с некоторой точностью, причем эти пределы либо проверены экспериментально, либо следуют из каких-то связей с другими законами. И во многих случаях мы вправе спросить, а что будет, если в следующем знаке будет обнаружено то-то и то-то?

Параметры объектов и материалы изменять можно в довольно широких пределах, принципиальные противоречия возникают нескоро. Зато тут есть простор для занятий с моими студентами. Как изменится наш мир, если в десять раз увеличится (уменьшится) у всех материалов: прочность, модуль Юнга, электропроводность, теплопроводность, электропрочность, коэффициент преломления, температура плавления и так далее? Вполне интеллектуальное инженерно-физическое развлечение. Лично мне приятно как раз то, что оно и физическое, и инженерное одновременно.

Что касается констант, то в физике вполне может рассматриваться вопрос: что произошло бы, если какая-то из мировых констант была б другой? Например, масса электрона или постоянная Больцмана. И оказывается, что сильно изменить константы нельзя – в искаженном мире не будут образовываться атомы, молекулы и т. д. Если такой мир возможен и если собственно законы физики там будут те же, то в нем не может быть сложных систем, значит, не будет и человека, наблюдателя. Отсюда делается вывод: возможно, последовательных Вселенных было или есть... более одной. Но мы видим именно такую, потому что другие некому видеть. Подобное рассуждение явно лежит на границе области познавательных суждений сегодняшней человеческой науки. Захотите углубиться – спросите Гугла/Яндекса про фундаментальные константы и антропный принцип.

При определении возможных вариаций величин, законов и констант надо следить за их непротиворечивостью. Что было бы сейчас, если на месте Луны десять секунд назад

оказалось бы Солнце? Дело не только в скорости распространения электромагнитного излучения и гравитации. Прогноз развития невозможной ситуации может и сам оказаться невозможным, потому что все законы науки, весь наш аппарат понимания и прогнозирования (это и есть наука) создавался путем исследования возможных ситуаций. Заметим, что не во всех системах это так – например, в шахматных задачах можно анализировать и позиции, которые не могли получиться в реальной игре. Девять пешек против чего-то там.

Совершенно субъективно: три области, в которых особенно поражает сила фантазии человека, — современная космология, произведения Лема, произведения Борхеса. Две первые чуть-чуть пересекаются.

Теперь самое интересное — события. С ними возможны следующие операции: исключение, вставка, сдвиг по месту и времени в обе стороны. И пусть альтернативные истории не будут в обиде, если мы предложим рассмотреть как области интеллектуального упражнения альтернативную науку и альтернативную технику. В то утро у X начался насморк, он не пошел в лабораторию и не сделал открытие — это влечет или не влечет то-то и то-то, а это... и так далее. В этот вечер девушка Y позвонила своему другу Z, сказала, что она его любит, но мама плохо себя чувствует, поэтому встреча откладывается, Z остался в лаборатории и сделал открытие, это влечет то-то и то-то... Это пока альтернативная история с научно-техническими последствиями, но далее начинаются научные и инженерные следствия. При построении последовательностей научных и технических результатов надо учитывать не только внутринаучные и внутритехнические следствия и причины (как развивать химию, если не изобретено стекло?), но и связь науки и техники, а также перекачку ресурсов (в том числе и умственных) в перспективные области. Что, возможно, сделает ситуацию, как говорят физики, неустойчивой в малом и вызовет явления, которые потом именуют сменой парадигмы, бумом, революцией в технике, мыльными пузырями и так далее.

Это потрясающе интересная область исследований, причем, в отличие от альтернативной истории, с довольно четко верифицируемыми результатами. Специалисты по электронной технике легко выработают общее мнение, если их спросить, что изменилось бы, если электронную лампу или транзистор изобрели бы на 20 лет раньше или позже? Правда, для исследований в этой области нужен хорошо подобранный коллектив — знание физики, истории и истории физики редко встречается в одном человеке. Как сказал бы физик, тройные столкновения маловероятны.

Что альтернативного, кроме событий?

Получения некорректных позиций в альтернативной истории мы можем особо не опасаться по причинам психологическим. Люди, задавая себе и друг другу вопрос «что было бы, если бы», всегда вносят в реальность только небольшие вариации. И понятно почему — если заложить большую вариацию, то не будет странным, если и результат не поместится в ванной. Человек ищет в мире нечто знакомое, поэтому вся так называемая альтернативная история занимается придумыванием больших последствий малых вариаций. Лишь в немногих статьях с неприкрытым цинизмом утверждается: на исход мировой войны насморк не влияет. Гораздо чаще авторы придерживаются диаметрально противоположной позиции. В сборнике эссе «А что, если бы?.. Альтернативная история» (серия «Историческая библиотека», 2002, Terra Fantastica, АСТ) из 34 статей не более двух восторженных. А в остальных вывод примерно таков: ничего бы не изменилось.

Альтернативная история формально включает в себя все, что было раньше. Однако на практике альтернативные истории интересуются событиями батально-политическими, на

худой конец, бытовухой. X промахнулся, и пуля просвистела над головой полководца Y, выиграли сражение другие... X умнее вел переговоры с Y, и Европу поделили иначе... Z попал под машину, и Англия проиграла войну и так далее.

Возможен ли подход к альтернативности в истории, аналогичный подходу к альтернативности в естественных науках и технике, можно ли говорить об альтернативных исторических законах, альтернативных значениях констант и так далее?

Да, можно – при условии, что мы вообще определили понятие исторического закона и соответствующих констант. Например, можно попробовать в качестве законов развития общества рассмотреть следующие утверждения: возможности растут быстрее потребностей, возможность адаптации общества к изменениям должна сохраняться, должно сохраняться качество общества, должна сохраняться социальная активность.

Даже на интуитивном уровне понятно, что такие или подобные законы ограничивают пути развития общества. Правда, это не динамические законы, они не предписывают, как именно лететь камню, но они ограничивают, куда он может прилететь. Можно представить себе, как расширяется диапазон возможных путей развития при изменении констант в этих законах, то есть допустимых скоростей изменения констант. Гуманитарий или искренне верующий, который считает, что все откуда-то берется, не может примириться с мыслью, что Вселенная просто есть и никакой творец ее не создал. И он уж точно спросит – а откуда взялись эти законы? Откуда вообще могли взяться законы развития общества – такие или иные? На это пока что можно ответить лишь уклончиво, показав на портрет Дарвина: общество, нарушающее любой из этих законов, рано или поздно гибнет. Впрочем, вполне возможно, что под такими или иными законами есть и более глубокий слой, как он есть под законами сохранения в физике. Может быть, мы когда-нибудь докопаемся и до этого слоя.

Законы сохранения, как в физике/технике, так и в истории, связаны с определенными свойствами окружающей среды. В физике – со свойствами пространства-времени, например с изотропией пространства и однородностью пространства и времени (об этом сказано даже в школьном учебнике физики, правда, в хорошем). В истории законы сохранения могут быть связаны с наличием соседних государств с их интересами, ограниченностью ресурсов, возможно – какими-то свойствами психики людей. Хотя последнее – недостаточно радикальная теория, ведь свойства психики сами по себе следствие тех или иных свойств реального мира. В мире с принципиально неограниченными ресурсами психология носителей разума была бы иной. Так что при изменении соответствующих свойств пространства-времени, исчезновении окружающих государств или ограниченности ресурсов могут измениться и законы сохранения.

Что касается параметров и констант, то и тут возможны некоторые подвижки. Например, общество в некоторых вопросах легко поддается на пропаганду, а в некоторых — труднее. Отзывчивость общества на пропаганду определенного типа — важный параметр. Например, российское общество хорошо поддается на антиамериканскую и антигрузинскую пропаганду, немецкое прекрасно поддалось когда-то на антиеврейскую. А вот на пропаганду увеличения рождаемости (даже подкрепленную экономическими мерами) французское общество поддалось, как это было проверено, плохо. В других обществах таких масштабных проверок не проводилось, и вообще этот вопрос весьма сложен; почему, например, в Америке рождаемость значительно выше, чем в Европе, и во все не за счет вчерашних мексиканцев? Можно попробовать рассмотреть, к чему привело бы уменьшение или увеличение отзывчивости общества на ту или иную пропаганду — вполне увлекательное получилось бы исследование. Особенно если оказалось бы, что можно легко и не нарушая законов

управлять полом ребенка. Заметим, что законодательное ограничение рождаемости имеет место в Китае, и, действуя вместе с традицией, отдающей предпочтение мальчикам, оно привело к селекции по полу. Ибо там фиксируется нереальное соотношение полов, причем при запрете на определение пола до рождения.

Альтернативное в естественных науках и технике

Любое достижение в науке и технике включено в систему, само базируется на множестве предшествующих результатов и множество результатов влечет за собой. Поэтому хочется взять любое событие и попытаться рассмотреть, к чему приведет его исключение или сдвиг на более раннее (в допустимых связанных с ним событиями пределах) или более позднее время. Это огромная тема, и мы не будем ее здесь рассматривать, отметим лишь следующее.

Во-первых, у специалиста в соответствующей области есть интуитивное ощущение преждевременности или запоздалости того или иного события, его случайности или неизбежности. Возможно, что интуитивно внутри строится некоторая модель, граф связей события с предшествующими и есть ощущение естественного темпа развития данной области в соответствующее время.

Во-вторых, многие области техники имеют характерное время развития 60—70 лет — с возникновения до стабильного состояния: область создают молодые энтузиасты, а через 40—50 лет они уходят. Другие молодые пойдут в другую область, новую и, как им кажется, более перспективную. Например, в 20-е годы прошлого века молодые не шли в паровозостроение, а занимались автомобилями, самолетами и ракетами, изобретали не телеграф, а радио. А если бы молодые романтики не забросили проводную связь, то именно они изобрели бы сети и компьютеры, причем одновременно. Ведь телеграф уже был именно цифровой системой передачи и обработки данных. Поэтому история техники переплетена с социальной психологией, и это может ограничить область разумной альтернативности.

И третье. В научно-фантастической литературе есть несколько примеров альтернативности в географии и геологии. Например, мир без нефти (Евгений и Любовь Лукины, «Миссионеры», «Благие намерения»), миры Хола Клемента, мир без нефти, но с источником механической энергии. Альтернативная география — особенно альтернативная география распределения нефти или мест, где хорошо растут конопля и мак, — влечет и альтернативную технику, и альтернативную политику. А ведь могли быть иначе распределены и уран, и алмазы...

Четвертое. Имеющаяся человеческая цивилизация для передачи энергии использует два метода. Первый — перевозка энергии, как гласит школьный учебник, в химической форме: уголь, нефть, газ. Второй метод — передача электроэнергии. Для работы с информацией используется электричество — механические компьютеры были в реальности, нынче упоминаются в некоторых фантастических произведениях.

Есть ли разумные на уровне классической фантастики основания для рассуждений об альтернативной цивилизации: 1) без электричества вообще, 2) без электроэнергетики, но с информационным электричеством (связь и компьютеры), 3) с электроэнергетикой, но без информационного электричества?

Первое проще всего — это цивилизация без проводников (металлов, углерода). Энергетика механическая и тепловая, информационная сфера — механическая (как варианты — пневмо- и гидромеханическая). Второй вариант — проводники есть, но только плохие, например тот же углерод. Энергию по углеродным проводам не прокачаешь, но компьютер или приемник сделать можно. Правда, с передатчиком будут



РАЗМЫШЛЕНИЯ

проблемы, разве что генератор Ван-де-Граафа и искровой разряд? Надо будет студентам курсовик дать, пусть посчитают... Третий вариант — проводниковые материалы есть, серебра, меди и алюминия завались, но с погодой маленькая проблема: за окном бьют молнии раз в секунду и в режиме 24/365. Сами понимаете, электромагнитная помеха такая, что котлеты скоро сами начнут разогреваться без СВЧ-печи. И ни о какой электромагнитной информатике речи нет. Так что все, все возможно, еще Станислав Лем написал, что среди звезд нас ждет неведомое.

Прок от альтернативного

Что полезное извлечем мы из этих занятий? Разумеется, потребность читателя в развлечении будет удовлетворяться нормальным цивилизованным рыночным методом: автор — издатель — продавец — кошелек читателя — хлеб с маслом всем остальным, и далее по кольцу. Но какая нам польза, как обществу, от этих упражнений? Польза есть, точнее, возможна. Серьезное изучение влияния малых вариаций может показать, что серьезных последствий от них не бывает. Что «эффекта бабочки» (Рэй Бредбери) в науке и технике нет. Скучно, но зато можно спать чуть более спокойно, и не надо Госдуме рассматривать проект закона о запрещении строительства машины времени, дабы никто не наступил на указанное насекомое. Хотя на исследование вопроса можно выделить бюджет и его освоить. Второй вариант: окажется, что в некоторых случаях эффект есть. Тогда надо будет смотреть, в каких именно случаях, — возможно, удастся выделить класс спусковых ситуаций. И в зависимости от того, какие последствия вариаций преобладают, можно будет обратить внимание на эти ситуации. Например, если перенос открытий на более поздний срок статистически достоверно будет иметь положительные отдаленные последствия, то государство (собственно, оно для этого и существует) может с помощью налоговой системы поощрять фирмы, использующие консервативные технологии. В случае предсказания отрицательных последствий — наоборот. Если же открытия в одной науке стимулируют развитие другой науки или открытия в одной области — развитие другой области той же науки, то можно серьезно подойти к оптимизации распределения финансирования.

Что же касается собственно альтернативной истории, причем той ее части, которая не является наукой, то и в ней возможно подобное рассмотрение. И может, например, оказаться, что от того, кто сидит в кресле большого начальника, на значительных временных интервалах ничего не зависит. Тогда люди могут не тратить так много эмоций и денег на предвыборные страсти, а заняться чем-то более разумным. Или же, наоборот, окажется, что роль личностей в истории велика. Тогда, может быть, хоть кто-то задумается над тем, что это за личности.

И еще один маленький прок, о котором обычно умалчивают. Такие упражнения тренируют мозг. Который потребует, когда нефть кончится. Вот японцы издавна про «хлопок одной ладонью» рассуждали и нынче неплохо без нефти живут.



Знакомые всё лица!

Читателям «Химии и жизни» Илья Леенсона представлять не надо. Давний автор и друг журнала, человек энциклопедических знаний (потому и выбран издательством «Аванта+» на роль ведущего научного редактора для тома «Химия» Детской энциклопедии), Илья Леенсон к тому же обладает редким умением доступно и увлекательно передавать свои знания школьникам. Да и не школьникам тоже.

Издательство НЦ ЭНАС нам тоже хорошо известно — интересными научно-популярными книгами. На этот раз познакомимся с «Удивительной химией» Ильи Леенсона, выпущенной в серии «О чем умолчали учебники».

Одно из немаловажных достоинств этой книги — безусловная достоверность изложенных в ней фактов. Илья Леенсон дотошен и эрудирован. Он сообщает такие подробности, о которых по простоте своей мы даже и не подозреваем. Так, в главе, посвященной измерениям массы и объема, сообщается, что всем известное слово «фунт» произошло от латинского слова *pondus* («вес, тяжесть»), а составлял римский фунт 327,45 грамм. И в каждом европейском государстве в Средние века был свой собственный фунт, иногда и не один. Илья Леенсон приводит значения многих из них. А в Великобритании, оказывается, до сих пор в ходу разные фунты — аптекарский, торговый и тройский! Этимология по-

следнего слова тут же объясняется. Оно происходит от названия города. Но не легендарной Трои, а французского Труа, где происходили знаменитые ярмарки. Далее автор приводит старинную задачу: «Что весит больше, фунт золота или фунт пуха?» — и объясняет, почему в англоязычных странах она решается не так, как у нас. Вот уж неожиданность!

Объясняются также происхождение и смысл слов «унция», «дойм», «моль», «молекула», да и многих других. Из книг Леенсона всегда получаешь сведения не только по химии и физике, но и по истории, филологии и философии. Автор терпеливо и, пожалуй, с удовольствием делится своими обширными познаниями из разных областей науки. Знаете ли вы, например, какой металл на Земле самый редкий? Так вот, это рений. Исходя из этого, понятно, почему Россия не хочет отдавать японцам остров Итуруп с его рениевым месторождением. А кто изобрел пекарский порошок? Оказывается, американский профессор химии!

О чем только не рассказывает Илья Леенсон в своей книге! Начинается «Удивительная химия» со строения вещества. Все то, что уже не раз читали в других книгах, но гораздо более детально и наглядно. Так, например, установление изотопного состава элемента сравнивается с определением доли монет одного номинала, изготовленных из разных сплавов. Довольно неожиданный, но продуктивный ход!



И.А.Леенсон.

Удивительная химия. Москва, ЭНАС, 2009

В следующем разделе Леенсон рассказывает о методах работы с веществом, способах измерения и измерительных приборах. В учебниках уж точно об этом не рассказывают, а ведь открытия совершаются как раз с помощью приборов. Еще один раздел — о химическом анализе. Автор вспоминает, кстати, и о знаменитом в истории криминалистики деле Мари Лафарж. В ходе его расследования для анализа на мышьяк впервые был использован метод Марша. Применил его для доказательства вины Мари Лафарж парижский врач Матье Орфила. Об этом написано во многих книгах, но Илья Леенсон и к этой хрестоматийной истории добавил неизвестные подробности: Матье Орфила, оказывается, был по происхождению испанцем и его полное имя Матео Хозе Бонавентура Орфила. И откуда только автор эту информацию извлекает? Конечно, не важно, Матье или Матео. Это лишь показатель уровня ответственности автора в работе с текстом.

В разделе «Химики разгадывают тайны свечения» рассказывается о галогеновых и люминесцентных лампах, флуоресценции и люминофорах. О радиоуглеродном методе датировки и тайне туринской плащаницы мы узнаем из раздела «Химики изучают радиоактивные превращения». А есть еще глава «Химики музицируют».

Как истинный химик, Илья Леенсон не ограничивается разговорами, а предлагает читателям заняться химическим экспериментом. Для начала автор советует повторить опыт Архимеда с короной Гиерона. Корону, конечно, достать негде. Вместо нее подойдет и старая серебряная ложка, и школьная «золотая» медаль. Для опыта потребуются весы, подробные рекомендации по их изготовлению в книге тоже есть. А еще Леенсон детально объясняет, как в домашних условиях измерить диаметр атома и длину молекулы, определить массовую долю иода в иодной настойке и аскорбиновой кислоты в апельсине, вырастить кристаллы квасцов и меди... Неужели так много всего уместилось в такой, в общем-то нетолстой книжке? Да, и много чего другого! Плюс удовольствие от заочного общения с умным и эрудированным человеком.

Е.Лясота

И.А. ЛЕЕНСОН

КАК И ПОЧЕМУ ПРОИСХОДЯТ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ.

ЭЛЕМЕНТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ И КИНЕТИКИ

ЭЛЕМЕНТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

1. Первый закон термодинамики и химия
2. Тепловой эффект химической реакции
3. Теплота образования химических соединений
4. Экспериментальное определение и расчет теплоты образования. Закон Гесса
5. Тепловые эффекты растворения
6. Энергетика живого
7. Почему идут эндотермические процессы
8. Направление реакции и химическое равновесие. Принцип Ле Шателье

ЭЛЕМЕНТЫ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

9. Для чего нужна химическая кинетика
10. Молекулярно-кинетическая теория и диффузия
11. Частота столкновений и скорость реакции. Энергия активации

12. Уравнение Аррениуса и его практическое применение
13. Скорость реакции и ее зависимость от концентрации реагентов. Молекулярность, порядок, константа скорости
14. Необратимые реакции первого порядка
15. Необратимые реакции других порядков
16. Обратимые реакции
17. Последовательные реакции. Стационарное, квазистационарное и равновесное приближения
18. Цепные реакции
19. Катализ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Единицы измерений и их преобразование

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Нобелевские премии за исследования по химической термодинамике и кинетике

И.А. ЛЕЕНСОН

ХИМИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ОБЩЕСТВА

Огонь и химия

- Огонь – трением
- Зажигалки
- Современное «огниво»
- Из истории спичек
- Как горит свеча

Химия пламени

- Уголь и газовое освещение
- Как образуется уголь

Газ из угля

Нефть и нефтехимия

- Как возникла нефть?
- Из истории нефтедобычи
- Первые шаги нефтепереработки
- Нефть и бензин
- Нефть в современном мире

Ядерная энергетика

- Первые открытия
- Атомные электростанции
- Радиоактивность внутри и вне нас

Портативные источники питания

- Удивительные открытия Гальвани и Вольты

Гальванические элементы

Аккумуляторы

Альтернативные источники энергии

- Ветрогенераторы
- Геотермальные станции
- Солнечная энергетика

Химия – автомобилестроению

- Подушки безопасности

Прочное и безопасное стекло

- Автомобильные фары
- Каучук для шин – и не только
- Алюминий в автомобилестроении
- Синтетические волокна
- Искусственный шелк
- «Найлоновая драма»

Люминофоры – источники «холодного» света

Флуоресценция и фосфоресценция

Холодный «химический свет»

Из истории воздухоплавания

Вычислительная техника

От абака до «Феликса»

От машины Бэббиджа до

персонального компьютера

Жидкокристаллические мониторы

Химия и медицина

«Сито для лекарств»

Иод и человек

Свойства иода

Иод в природе

Иод в организме

Иод и радиация

Из истории антибиотиков

Глюкоза, диабет и химия

Что такое диабет

Зачем нужен инсулин

Синтез инсулина

Анализ на глюкозу – за 60 секунд

«Когда молекула смотрит в зеркало»

Поляризация света и оптическая активность

Открытие Пастера

Хиральные лекарства

Радионуклиды в медицине

Хевеши, супруги Жолио-Кюри и

радиоактивные индикаторы

Технеций и его свойства

Технеций в медицине

Химия и парфюмерия

Парфюмерия древних

Химики – парфюмерии

Химия загара

Загар и ультрафиолетовые лучи

Защита от ультрафиолета

Из истории удобрений

«Сладкая химия»

Стандарт сладости – сахараза

Сахароза и фотосинтез

Как получить фруктозу

Другие сладости

Сладости в природе

Сохранение продовольствия

Озон и фреоны

Получение и свойства озона

Фреон и «озоновые дыры»

Озон в тропосфере

Озон и здоровье

Питьевая вода

ВЫ МОЖЕТЕ ЗАКАЗАТЬ КНИГИ

непосредственно

в Издательском Доме «Интеллект»
с доставкой курьером по г. Москве
или почтовой доставкой по России

ЗАЯВКИ ПРИНИМАЮТСЯ

по электронным адресам:

id-intellect@mail.ru

zakaz@id-intellect.ru

по факсу:

(495) 579-96-70, (495) 617-41-88

В заявках убедительно просим

указывать свой почтовый адрес
и контактную информацию (email, телефон)

Соя

Что за растение соя?

Соя принадлежит к семейству бобовых. Ее название — видоизмененное китайское «соу», что означает «большой боб». Звучным латинским именем *Glicine max*, которым нарек это растение Ламарк, никто не пользуется. Соя — одно из самых древних культурных растений, в Юго-Восточной Азии ее возделывали уже в VI тысячелетии до нашей эры. В Европу соя попала только в конце XVIII века и особого успеха не имела. Зато ее оценили в Америке, где сейчас сосредоточена примерно половина всех посевов.

Чем полезна соя?

Соя обладает массой полезных свойств, но в этой рубрике мы поговорим о ее пищевых достоинствах. Прежде всего это великолепный источник белков, которых в сое 37—40% (в 2—2,5 раза больше, чем в мясе). Основной соевый белок глицинин содержит все незаменимые аминокислоты. Кроме того, соевые белки, в отличие от животных, почти не содержат пуринов. (Продукт разложения пуринов — мочевая кислота, избыток которой вызывает подагру.) Поэтому специалисты считают, что соя с успехом заменяет мясо. Правда, не совсем. В ней мало витамина B₁₂, но это беда поправимая — витамины в соевые продукты можно добавить.

Соя содержит ценнейшее вещество лецитин, необходимое для восстановления нервной ткани. Альтернативный источник лецитина — яичный желток, так что соя и яйца заменяет.

В соевых бобах 20% жира, из них отжимают качественное пищевое масло, богатое лецитином и витаминами E, B₆ и B₉, пригодное не только для салатов, но и для жарки. Для пищевых целей масло обязательно нужно рафинировать, так как у него неприятный запах.

Богата соя биофлавоноидами, в частности генистином, который представляет собой сильный антиоксидант и на ранних стадиях подавляет рост раковых опухолей. (Во всяком случае, некоторые специалисты так считают.) Изофлавоноиды увеличивают прочность костей и положительно влияют на здоровье женщин.

Еще одно ценное свойство — почти полное отсутствие клетчатки, которая плохо усваивается, и холестерина.

Всем ли соя на пользу?

Изофлавоноиды, весьма ценный компонент сои, во многих случаях представляют опасность для едока. По структуре они сходны с эстрогенами, поэтому беременным женщинам и детям лучше отказаться от соевых продуктов. Изофлавоноиды угнетают незрелую эндокринную систему. (Да и зрелой избыток эстрогенов ни к чему.) Кроме того, соевые добавки иногда вызывают у детей аллергию. Противопоказана соя и взрослым, уже страдающим эндокринологическими заболеваниями. А еще в ней много щавелевой кислоты, и она вредна пациентам с мочекаменной болезнью.

Как готовить сою?

Однако же пользы от сои все-таки много, и хочется поскорей приготовить ее и съесть. Не торопитесь! Если соевые бобы готовить, как горох, продукт получится совершенно неудобоваримый. Чтобы организм мог усвоить сою, ее нужно вымачивать не менее 14 часов, а затем сутки варить на медленном огне. После долгого замачивания семена набухают в два-три раза, плотно спрессованные в них белки расправляются, переходят в раствор и становятся доступными для ферментации, которая облегчает усвоение сои в организме. А длительное медленное нагревание позволяет инактивировать так называемые антипитательные вещества, которых в сырых бобах довольно много. Самые вредные из них — ингибиторы пищеварительного фермента трипсина, расщепляющего белки. Нагревание разлагает и фитиновые кислоты, которые затрудняют усвоение кальция, железа и цинка.

Если варить сою при сильном нагревании, ее белки быстро денатурируют и получится жесткая невкусная масса. Зато когда все сделано правильно, продукт усваивается организмом на 98—100%. Естественно, при такой сложной технологии сою готовят в больших количествах впрок, а потом из полуфабриката получают разные продукты.

Еще одна древняя технология — ферментация. С ее помощью готовят множество разнообразных соусов, в том числе мисо. Сначала к рису или ячменю прививают специальный плесневый грибок,



а когда он разрастается, добавляют молотые соевые бобы и соль. Эта масса бродит несколько месяцев и превращается в пасту. При ферментации соя обогащается витаминами С и В₁₂.

Что такое тофу?

Среднестатистическому россиянину не осилить на кухне ферментацию сои. Нам бы попроще что-нибудь. Например, тофу. Это соевый творог, а творог, как известно, готовят из молока — соевого, естественно. Для его производства бобы замачивают на 12—14 часов, измельчают до состояния пасты, а потом полчаса кипятят и процеживают через полотно. Соевое молоко пьют люди с непереносимостью лактозы, однако в него приходится добавлять кальций. Белка в соевом молоке больше, чем в натуральном, и для детского питания оно не подходит.

Для получения тофу в соевое молоко добавляют хлорид магния, сульфат кальция, лимонную кислоту или лимонный сок или просто морскую воду. При этом глицинин легко створаживается, и получается очень мягкий тофу. Его, как творог, помещают в ткань и под пресс. Одни сорта тофу фильтруют через шелковую ткань, другие через хлопок. Хранят его в холодильнике под слоем воды, иногда перед употреблением замораживают, и тогда тофу становится более плотным и эластичным. Есть и облегченная методика — створаживают прокипяченную смесь соевой муки с водой. В зависимости от рецепта соевый творог получается мягким или твердым.

Тофу, как и вареная соя, не имеет вкуса и запаха, но очень хорошо впитывает другие запахи и вкусы и хорошо сочетается с другими ингредиентами. Из него можно сделать и острый соус, смешав с соусом чили, и сладкое блюдо, добавив какао и сахар. Тофу маринуют, коптят и жарят, готовят из него паштеты и котлеты, добавляют в салаты и супы, да чего только с ним не делают. Для приготовления супов обычно берут мягкий тофу, а твердый подходит для любых блюд. Тофу положительно действует на сердце и сосуды, предотвращает образование камней в желчном пузыре, нормализует работу кишечника и стабилизирует уровень сахара в крови. Он богат железом, и в нем мало натрия. Здесь, однако, уместно вспомнить, что все чрезмерное вредно, например избыток изофлавоноидов. Не стоит есть больше соевых продуктов, чем японцы или китайцы, а тем более садиться на соевую диету.

Где причесется соя?

Сейчас в магазинах помимо молока и творога из сои можно купить соевые конфеты, масло, мясо и муку. Мука, кстати, бывает разная. Ее можно получить, размолотые целые бобы, но в таком продукте много жира, и он быстро прогоркает. Поэтому сейчас используют преимущественно дезодорированную муку из соевых жмыхов, оставшихся после отжима масла. Она еще называется мукой Берцеллера в честь автора технологии. Жиров в ней около 6%, а клетчатки нет, поэтому испечь из нее ничего нельзя. Но муку Берцеллера добавляют в макаронные изделия. Лучшие макароны получаются из пшеничной муки твердых сортов, содержащей более 20% белка. Однако твердая пшеница капризна, и выращивать ее дорого. Поэтому берут муку из мягкой пшеницы и обогащают соевым белком. Его же добавляют в фарш (пельмени и колбасы) и порошковое коровье молоко. В дешевых сортах шоколада яичный лецитин заменяют соевым, соевое молоко используют в кондитерской промышленности, потому что оно, в отличие от настоящего, не свертывается, соединяясь с мукой. Так что, внимательно почитав этикетки в магазине, вы убедитесь: чтобы не съесть сою, надо приложить специальные усилия.

А что нам ГМО?

В 1995 году американская фирма «Монсанто» выпустила на рынок ГМ-сою, устойчивую к гербициду глифосату. Теперь 90% мировых посевов сои — трансгенные, однако в России почти все продукты, в которых присутствует соя, имеют на этикетке надпись «не содержит ГМО». (Я видела колбасу с надписью «не содержит сою».) Заметим в скобках, что в колбасе, макаронах или соевых батончиках вообще никаких «О», то есть «организмов», быть не должно, иначе им место на помойке.

Трансгенная соя содержит ген устойчивости к гербициду раундапу, он же глифосат. Глифосат ингибирует активности фермента, катализирующего ключевую реакцию в синтезе ароматических аминокислот. В трансгенное растение встроены бактериальный ген, кодирующий синтез такого же фермента, но не чувствительного к действию гербицида. При его воздействии все растения, не имеющие данного гена, погибают, в то время как ГМ-культура нормально развивается. Сам по себе фермент для человека безвреден, не говоря уже о том, что в колбасе с соевой мукой он присутствует в следовых количествах. Как подействует на геном едока встроены ген? Точно так же, как и все прочие съедаемые им гены. Переваренная в желудке ДНК не встроится в хромосомы человека. Вы не верите? Хотите опытов на животных? Пожалуйста, опыты ставила природа на протяжении миллионов лет. Все это время кролики едят сырые овощи, однако никакие специфические растительные гены к ним не перескочили, травоядные не фотосинтезируют. Сам глифосат токсичен и накапливается в растениях? Не накапливается, если соблюдена технология обработки. В этом отношении он не опаснее любого другого гербицида, и трансгенез тут ни при чем.



Художник Е. Станикова



ЧТО МЫ ЕДИМ



Н. Ручкина





Устаревшая модель, одна штука



ФАНТАСТИКА

Майк Гелприн

Я устарел шестого апреля, во вторник, в семь часов вечера по Москве. Даша так и сказала Алексу:

— Пит устарел, милый. Я вчера проконсультировалась с представителем компании. Говорит, что надо менять. У них проблемы с совместимостью версий, апгрейд, по его словам, нежелателен. Новая модель обойдется нам в полцены — они заберут Пита в счет оставшейся половины.

— Бог с ней, с ценой, — услышал я голос Алекса. — С Настей как быть?

С Настей мы играли в это время в слова. Высунув от усердия язык, она сосредоточенно искала пятибуквенные существительные в слове «дуболом».

— Облом, обмол, — торжествуяще выдала, наконец, Настя. — Мудло.

— Третьего слова не существует, — на всякий случай я послал запрос в словарь эвфемизмов и получил в ответ «не найдено». — Тебе штрафное очко.

— Еще как существует, — возразила Настя. — Петька из седьмого «Б» абсолютное, патологическое мудло. Ты устарел, Пит, так что это тебе штрафное.

Если бы я умел дрожать, то, наверное, вздрогнул бы. Она повторила только что сказанное на кухне родителями. Слышать их она не могла — изоляция между кухней и детской была отменной. Хотя и не для встроеного в меня ресивера.

— Как быть, как быть, — раздраженно сказала на кухне Даша. — Так и объяснить ей, что Пит устарел. Насте уже двенадцать, она взрослая девочка и поймет. Должна понять.

Вместо Насти, однако, понял я. «Устарел» означало «больше не нужен». А «заберут в счет оставшейся половины» означало утилизацию.

Меня забрали в счет оставшейся половины седьмого апреля, в среду, в одиннадцать утра по Москве. Впервые за шесть лет Настю в школу вместо меня провожал Алекс.

— Пита сегодня не будет, — объяснял он Насте, помогая надеть на плечи ранец. — У него настал срок профилактики. Скажи, Пит?

Я промолчал. Моя базовая программа не позволяла искажать истину.

— Не расстраивайся, — попросил Настю Алекс. — Пит пройдет профилактику и сразу вернется. Таким же, как был, а то и лучше. Его там подлатают, почистят, поставят новые фильмы, игры и книжки, возможно, обновят корпус. Сейчас это делают быстро, думаю, Пит тебя и встретит после уроков. Пойдем, зайка.

В счет оставшейся половины меня забирали два средних лет индивида. Один из них носил тонкие, стрелкой, усики, у второго усов не было, а в остальном они были похожи друг на друга и одеты в одинаковые оранжевые жилеты.

— Принимайте, — сказал усатый, распахнув входную дверь. — Последняя модель, полностью экипирован. Заряда хватит на два года, потом позвоните, мы поменяем аккумуляторы. Давай, заходи, Пит.

Усатый отстранился, и другой, новый, Пит вошел. Если бы я умел завидовать, то наверняка сейчас исходил бы слюной от зависти. Он был хорош. Да что там хорошо — великолепен. Плавный округлый корпус, изящные манипуляторы, бесшумная походка и добрая улыбка на лицевой панели. Просто-таки лучезарная, особенно по сравнению с моей несурзадной гримасой.

— Совершенно уникальная модель, — расхваливал нового Пита безусый. — Фактически это уже не гувернер, это универсальный домашний агрегат или, если угодно, комбайн. Он умеет практически всё. Мыть посуду, чистить картошку, делать ремонт, устранять неполадки. Размеры библиотеки и фильмотеки колоссальные. — Безусый закатил глаза. — Кроме того, доработаны поведенческие блоки. Значительно улучшена программа самосохранения — этот экземпляр не провалится в водосточный люк, не угодит под машину и не ломает манипуляторы, свалившись с лестницы. Ну, и, напоследок, — безусый выдержал паузу, — он способен на ложь, если того требуют интересы ребенка. Ложь во спасение, так сказать. Вот здесь распишитесь, пожалуйста. Ну, а этого мы забираем. Пошли, старина.

— У него еще почти полный заряд, — растерянно сказала Даша. — Я подумала, может быть, вы не станете его... ну, вы понимаете...

— Не волнуйтесь, — успокоил усатый. — Ничего с ним не случится. В компании предусмотрена реабилитационная программа. Найдем ему применение.

— Тэк-с, устаревшая модель, одна штука, — осмотрев меня, сообщил длинный сутулый индивид другому, вальяжному и толстому. — ЭГУ-1811, серия А12. Рассчитан на десять лет, выработано шесть. Не повезло тебе, бедолага, — повернулся сутулый ко мне. — Прогресс слишком стремителен, моделям шестилетней давности за ним не угнаться. Ладно, давай, лезь сюда, будем проводить диагностику.

Я забрался на горизонтальную металлическую поверхность, лег на спину и вытянул манипуляторы по швам. Надо мной захлопнулись створки матовой раздвижной панели, на фасад опустился и заскользил по нему подвижный членистый щуп.

— Тэк-с, аккумуляторы неплохие, — донесся до меня голос сутулого. — Хорошие, прямо скажем, аккумуляторы. С физическим состоянием хуже, подвижность шестьдесят процентов от нормы, скорость реакции половина расчетной. Гибкость сочленений м-м... аховая гибкость. Хм-м... тут еще и коррозия корпуса. Что же не следил за собой, а, приятель? Ладно, что у нас с обеспечением?... Эмоциональный блок вроде в порядке, поведенческий, н-да... никуда не годится. Тут, впрочем, не твоя вина, разработчики напортачили. Тэк-с, ресивер, трансмиттер, преобразователь, это все более-менее. Игротека времен моей

бабушки. Остальное тоже. Вы записываете, Вадим Иванович? Ладно, приятель, вставай.

Я поднялся.

— Еще устаревшие языковые структуры, — дополнил я заключение диагностов. — В словаре эвфемизмов отсутствует слово «мудло».

— Это не страшно, — обнадежил меня толстый Вадим Иванович. — Оно и в последних словарях отсутствует. И, как по мне, напрасно. Что ж, старина, как тебя, Пит. Боюсь, что ничего сделать нельзя, модификация в данном случае явно нерентабельна. Придется тебя... ты сам-то как считаешь?

Если бы я умел плакать, то, наверное, заревел бы. Нет, я не боялся. Но мне очень не хотелось умирать. Хотя я и осознавал, что мое дальнейшее существование нерентабельно. Так я им и сказал и добавил, что раз так, то я, если возможно, предпочел бы перестать функционировать поскорее.

— Эмоциональный блок можно будет изъять и смонтировать в новую модель, — объяснил я. — А если это все затянется, боюсь, что он пострадает, я уже сейчас чувствую себя не очень хорошо.

— Ладно, Пит. — Сутулый подошел и хлопнул меня по тыловой панели, там, где проходил обрез игрового монитора. — Ты славный парень, я сожалею, что так с тобой получилось. Посиди здесь пока, Пит. Пошли, Вадим Иванович.

Долго ждать не пришлось. Не прошло и получаса, как за мной явился высокий, с меня ростом, черноволосый индивид в оранжевом жилете, таком же, как у тех, которые меня забирали в счет оставшейся половины.

— Пойдем, — кивнул он на дверь. — Не волнуйся, это не долго.

Мне было трудно не волноваться, но я сказал, что постараюсь, тем более, что сам черноволосый явно нервничал не меньше меня.

— Вы тоже не волнуйтесь, — попытался я его успокоить. — Я не чувствую боли. Вам надо будет попросту отключить аккумуляторы — после этого я вообще перестану чувствовать, и вам будет легко со мной.

— А ты что, видишь, что я волнуюсь? — спросил черноволосый.

— Я не вижу. Но у меня есть устройство, улавливающее исходящие от вас биотоки. И программа, которая их преобразовывает. Она, правда, настроена на детские эмоции, но распознать, когда человек нервничает, я могу независимо от возраста. И когда ему плохо — тоже.

Черноволосый внезапно остановился в дверях.

— Слушай, Пит, — сказал он, — ты прости, я никак не привыкну, что ты не... Ну, ты понимаешь.

Я сказал, что понимаю. Привыкнуть к тому, что говорящее и кое-как мыслящее существо может быть неживым, некоторым людям нелегко. Хотя, с учетом рода занятий, для данного индивида это довольно-таки удивительно.

— Я в компании недавно, — объяснил он, — сказать по правде, всего несколько дней, до этого работал кем придется. Меня, кстати, Олегом зовут. И я тут подумал, Пит... — Он замялся.

— Вы можете смело поделиться со мной, — подбодрил я Олега. — Возможно, я помогу вам советом, у меня сохранилась поведенческая база данных, в ней есть рекомендации на многие случаи жизни.

— Я подумал, Пит... — Олег вновь замялся, а затем выпалил: — Давай, я тебя заберу?

— Как заберете? — не понял я. — Куда?

— К себе. У меня сын, ему скоро тринадцать. А мамки нет, понимаешь, она нас бросила. Давно. Парень совсем от рук

отбился. Я на работе, присматривать некому. Носит из школы двойки, хулиганит на уроках, дерется. Пит, прошу тебя. Я составляю акт утилизации, аккумуляторы завтра куплю на барахолке и сдам. С блоками хуже, но тоже что-нибудь придумаю. А, Пит? А ты, если что, будешь говорить, что я тебя приобрел.

— Я не смогу, — сказал я. — Моя программа не позволяет исказить истину. Мне очень жаль, Олег.

— Тебе не придется исказить. Ты будешь жить у нас дома. Никто и не узнает. А если и узнает, я тебя не отдам.

— Я устарел, Олег, — сказал я. — Вам следует приобрести для мальчика последнюю модель, а не такое старье.

— У меня не хватит денег на последнюю модель, даже если буду работать в четыре смены. Пит, дружище, выручай меня! Скажи, прошу тебя, скажи, что согласен.

Он внезапно протянул мне руку. Если бы я умел плакать, я бы... Я пожал ему руку правым манипулятором и сказал, что согласен.

— Вот, знакомьтесь, — представил меня Олег тощему, скуластому и вихрастому мальчугану. — Это Пит. А это Петька, вы почти что тезки. Пит будет жить у нас. То есть не жить, а это...

— Находиться, — подсказал я. — Здравствуй, Петя.

Мальчуган, раскрыв от удивления рот, поднялся. Несмело подошел ко мне, дотронулся до фасада, отдернул руку. Замер, глядя не меня снизу вверх широко распахнутыми глазами.

— Ну, вы тут без меня, — пробормотал Олег, потоптался на месте и двинулся к выходу из крошечной, захлапленной комнатушки, почти каморки. — Пит отличный парень, — остановился он на пороге. — Он будет помогать тебе делать уроки. Играть с тобой, дружить и вообще. Ты только не говори никому, что он у нас есть, ладно, сынок? Так надо.

Олег исчез, а мы с Петькой так и остались стоять, изучая друг друга.

— Ты можешь показывать фильмы? — наконец, спросил он. — Любые, которые я захочу?

— Могу. Только не любые. Моя фильмотека несколько устарела. Какие фильмы ты любишь?

— Про ниндзя. И про гангстеров. У тебя есть?

— Про ниндзя есть двести четырнадцать фильмов. — Я сверился с каталогом фильмотеки. — Про гангстеров девяносто двенадцать.

— И ты мне их покажешь? Прямо сейчас?

— Покажу. Но не сейчас, а после того как мы с тобой разберем этот... — я обвел манипулятором комнату.

— Бардак?

— Беспорядок, — поправил я, послав запрос в словарь эвфемизмов и ознакомившись с ответом.

— После этого мы будем смотреть фильм?

— Да, — сказал я. — Даже, если хочешь, два.

На следующий день я приготовил свиной гуляш. Я не очень хорошо готовлю, да и ингредиентов оказалось недостаточно, но Петька сказал, что гуляш — объединение, и мы с ним уселись за уроки. С грехом пополам одолели математику, основательно застряли на физике и, наконец, перешли к литературе.

— Полная мура, — авторитетно заявил Петька. — Вот ты, Пит, много читал?

— Я вообще ничего не читал, — признался я. — Читала встроенная в меня программа. Насте, девочке, которая у меня была. До тебя.

— И что, ей нравилось?

— Конечно. Я подбирал очень хорошие книги. И декламаторы в моей библиотеке отличные. Настя любила слушать.

— У нас тоже есть одна, — шмыгнул носом Петька, — Настя... В экспериментальном классе учится, для тех, у кого родители крутые. Воображает о себе. В общем, дура. Тоже любит читать,

вся такая начитанная. Ходит по школе зареванная уже второй день, а кто спросит, что стряслось, на того зыркает, как эта, из фильма, что вчера был, гагнстерша.

— Ты в какой школе учишься? — быстро спросил я.

— В тысяча четыреста второй, а что?

— В седьмом «Б» классе?

— Точно. Откуда ты знаешь?

— Так это, значит, ты и есть «абсолютное, патологическое мудло»?

— Я и есть, — гордо признался Петька. — Еще говнистое.

Ехать на лето в лагерь Петька категорически отказался. Олег сначала спорил и убеждал, да и я старался, но в результате мы оба сдались в обмен на обещание подтянуть хвосты по математике и наконец помириться с литературой.

С литературой помирил «Крестный отец» Марио Пьюзо, а «Богач, бедняк» Ирвина Шоу и «Саквожники» Гарольда Роббинса мир закрепили и упрочили. От заморских бандитов плавно перешли к отечественным. От них — к беллетристике и фантастике. Месяц ушел на Дюма, Хаггарда, Жаколио, Желязны и Стругацких, следующий заняли Хемингуэй, Алексей Толстой, Ремарк и Василь Быков, так что к августу, когда взялись за Бальзака, Гюго и Достоевского, Петька заявил, что читать с экрана гораздо быстрее и удобнее, чем слушать.

«Занимательную математику» Перельмана осваивали уже с бумаги, а вслед за ней и «Занимательную физику». Закончили и то, и другое, правда, только к Новому году. За неделю до него провели соревнование на скорость решения задач, в котором я победил за явным преимуществом со счетом 7:3.

Закон о запрещении электронных гувернеров и немедленном их изъятии с последующей утилизацией ратифицировали пятнадцатого апреля, во вторник, через год с небольшим после того, как меня забрал Олег. Судебные процессы граждан против компании транслировали по всем каналам. Отчетами о возбужденных против нее уголовных делах пестрели страницы газет.

В программах, управляющих последней моделью, оказался скрытый дефект, подобный компьютерному вирусу. В большинстве случаев он привел к массовому выходу гувернеров из строя с полной потерей функциональности. В отдельных случаях, однако, вирус в первую очередь поразил поведенческие блоки и породил вспышки неконтролируемой агрессии. Несколько сотен детей по всей стране погибли. Новые жертвы появились в результате акций по изъятию гувернеров, чью программу самосохранения вирус пощадил.

Второго мая компания отrapпортовала об уничтожении последнего ЭГУ и, объявив банкротство, развалилась.

Таким образом, я стал единственным уцелевшим. Незарегистрированным и официально утилизованным. Сдавать меня Олег с Петькой отказались наотрез.

Олег купил на барахолке сменные аккумуляторы и возился целые сутки, их устанавливая. Очнувшись, я понял, что не хочу больше существовать. И оттого, что боялся проявления дефектов управляющей программы у себя. И потому, что каждый новый день функционировал пусть ненамного, но хуже, чем в предыдущий.

Сначала отказала фильмотека, за ней одна за другой посыпались игры, перестали отвечать базы данных. И даже хваленый эмоциональный блок стал барахлить — я больше не чувствовал, когда Петька расстроен, нервничает или когда ему плохо.

Я решил перестать существовать в тот день, когда приняли закон об уголовной ответственности за изготовление или сокрытие домашних роботов. Я попросил Олега меня отключить и отвезти на свалку.



ФАНТАСТИКА

— Даже не думай об этом, Пит, — сказал он, — друзей на свалку не выбрасывают.

На следующий день я попросил о том же Петьку.

— Через несколько месяцев я не смогу больше передвигаться, — сказал я. — Потом говорить и слышать. Я уже не так хорошо слышу, как раньше, а мой словарный запас обеднел. Я больше не функционален, а значит, не нужен, как всякая отработавшая вещь. Не говоря о том, что скрывать меня противозаконно. Отключи меня. Пожалуйста.

— Мудло ты, Пит. — Петька зашмыгал носом. — Ты не вещь. И я не смогу тебя умертвить.

А день спустя к нам пришла Настя, с ходу бросилась мне на фасад и залила слезами лицевую панель. Если бы я умел плакать, я бы тоже...

— Дети, — сказал я, когда Настя, наконец, отревела. — Моя функция — растить и воспитывать детей. Вы уже выросли и через пару лет станете совсем взрослыми. Функция исчерпана, я больше не гувернер. Наверное, я мог бы еще пригодиться — решать задачи, читать книги и даже играть в слова. Но вам я больше не нужен. А значит, не нужен никому.

— Пит, — сказала Настя, — мы тут подумали: что, если мы отключим тебя, но не навсегда? Ты не умрешь, а просто некоторое время побудешь на консервации. До тех пор, пока у одного из нас не появятся дети.

Меня расконсервировали второго октября, в воскресенье, в десять утра по Москве, через шесть лет после отключения. Эти годы я провел за городом, у Алекса и Даши на даче, в погребе. В ванне, наполненной машинным маслом.

Меня извлекли из нее, протерли, вытащили из погреба и подключили. Я открыл глаза и сразу увидел детей. Мальчика и девочку, близняшек. Они стояли рядом в манеже, уцепившись за огораживающую планку и уставившись на меня. Я определил, что им должно быть года по полтора. Я шагнул вперед, к ним.

— Т-тебе они н-нравятся, Пит? — запинаясь, спросил кто-то у меня за спиной.

Я обернулся. Настя смотрела на меня, в глазах у нее были слезы.

— Это чудесные, замечательные дети, — сказал я. — Твои?

— Наши, — сказала Настя. — Петя сейчас подойдет. Это наши с ним. Ты... ты будешь их воспитывать, Пит? Пока не вырастут.

Я долго молчал, а потом... Потом я искажил истину. Мне осталось два года. В лучшем случае, три. Четыре, если неимоверно повезет.

— Да, — сказал я. — Буду. Пока не вырастут.

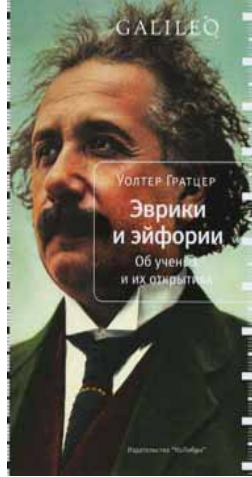




Московский Дом Книги

СЕТЬ МАГАЗИНОВ

Уолтер Гратцер
Эврики и эйфории:
Об ученых и их открытиях
М.: КоЛибри 2010



Знания всегда давались человечеству нелегко. В истории науки было все — драматические, а порой и трагические эпизоды соседствуют с забавными моментами. Да и среди ученых встречаются самые разные характеры. Добрые и злые, коварные и бескорыстные, завистливые и честолюбивые, гении и талантливые дилетанты — все они внесли свой вклад в познание мира, в котором мы живем. Уолтер Гратцер рассказывает о великих открытиях и людях науки честно и объективно, при этом он любит своих героев и пишет о них с большой симпатией. В небольших историях много юмора и знания человеческой природы, а потому они интересны всем — и людям, далеким от науки, и тем, кто связал с ней свою жизнь.

Митио Каку
Физика невозможного
М., Альпина нон-фикшн, 2010



Еще совсем недавно человечеству было трудно даже вообразить многое из того, что сегодня стало привычным. Какие смелые прогнозы писателей-фантастов и авторов футуристических фильмов имеют шанс сбыться у нас на глазах? На этот вопрос пытается ответить Митио Каку — американский физик японского происхождения и один из авторов теории струн. Рассказывая простым языком о самых сложных явлениях и новейших достижениях современной науки и техники, он стремится объяснить основные законы Вселенной. Из книги «Физика невозможного» вы узнаете, что, возможно, уже в XXI веке станут реальностью силовые поля, невидимость, чтение мыслей, связь с внеземными цивилизациями, межзвездные путешествия и даже телепортация.



КНИГИ

Крис Фрит
Мозг и душа.
Как нервная деятельность формирует наш внутренний мир.
М.: Corpus, Астрель 2010



Знаменитый британский нейрофизиолог Крис Фрит известен умением рассказывать просто об очень сложных проблемах психологии — таких, как психические явления, социальное поведение, аутизм и шизофрения. В изучении того, как мы воспринимаем окружающий мир, действуем, делаем выбор, помним и чувствуем, сегодня происходит научная революция. Крис Фрит рассказывает об этом доступно и занимательно.

Эндрю Куб
Источник мысли. М., Эксмо, 2011



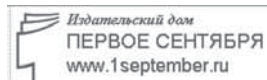
Почти 90% наших мозговых клеток — это глиальные клетки. До недавнего времени ученые полагали, что они нужны только для того, чтобы поддерживать существование нервных клеток. Но недавние исследования показали, что в глиальных клетках может скрываться ключ к пониманию интеллекта и заболеваний мозга, что они могут способствовать лечению болезней Альцгеймера и Паркинсона. Глиальные клетки мозга, которых в десятки раз больше, чем нервных, — это основа мыслительной деятельности, хранилище памяти. В книге много интересных примеров и научных данных, изложенных простым языком. Поэтому ее можно и нужно читать всем, кто интересуется работой мозга и его строением.

**Эти книги можно приобрести в Московском доме книги.
Адрес: Москва, Новый Арбат, 8,
тел. (495) 789-35-91
Интернет-магазин: www.mdk-arbat.ru**

Полезные ссылки



Издательский дом «Первое сентября»



<http://1september.ru/>

«Самый популярный образовательный ресурс Рунета». Онлайн-доступ к периодическим изданиям для учителей, как «общего назначения», так и для предметников. (Сотрудники «Химии и жизни» в поисках простых и понятных объяснений для сложных вещей часто забредают на страницы этих газет — их выпускают хорошие люди, близкие нам по духу.) Здесь же можно подписаться на «бумажную» версию изданий. В рубрике «Образовательные проекты» — фестиваль педагогических идей «Открытый урок», «Педагогический университет», «Учительская книга». В интернет-магазине продаются брошюры из методической библиотеки, а также компакт-диски с подшивками газет.

Google Книги



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

Как ищут книги в этом поисковике, объяснять не надо: так же, как во всех сервисах Google. Понятно, что в некоторых случаях можно просмотреть всю книгу, чаще же доступен только фрагмент и информация о том, где ее купить. Русских посетителей электронного магазина <http://books.google.com/ebooks> ждет разочарование: «Новейшие электронные книги Google пока что не продаются в вашем регионе», но не такие новые — продаются, а классика вроде Диккенса или Уильяма Блейка на языке оригинала отдается бесплатно. Имеется возможность поиска по текстам многих книг, даже если полный текст книги получить нельзя — это предусматривает договор с издателями и авторами. А вот новость, которая заинтересует читателей «Химии и жизни»: в декабре договор с Google заключил «Elsevier», издательство научной, медицинской и технической литературы. Теперь продукцию «Elsevier» в электронном виде можно будет приобрести в любой точке земного шара. Наверное, через некоторое время — и у нас.

MEDПортал



<http://medportal.ru/>

Сайтов, посвященных медицине, сейчас много, но, к сожалению, не все они одинаково хороши. Этот — весьма неплохой, и количество рекламы на нем остается в разумных пределах. Здесь есть полезная и удобная энциклопедия медицинских терминов, тематические подборки материалов по различным группам заболеваний, очень качественно исполненный раздел медицинских новостей (не только об «открытиях британских ученых», но и о главных событиях российского и мирового здравоохранения), а также поиск лекарств и медицинских учреждений. Приятно, что проект не анонимный: под кнопкой «о нас» — имена и адреса тех, кто делает сайт.

Викишкола



http://community.livejournal.com/wikischool_ru/

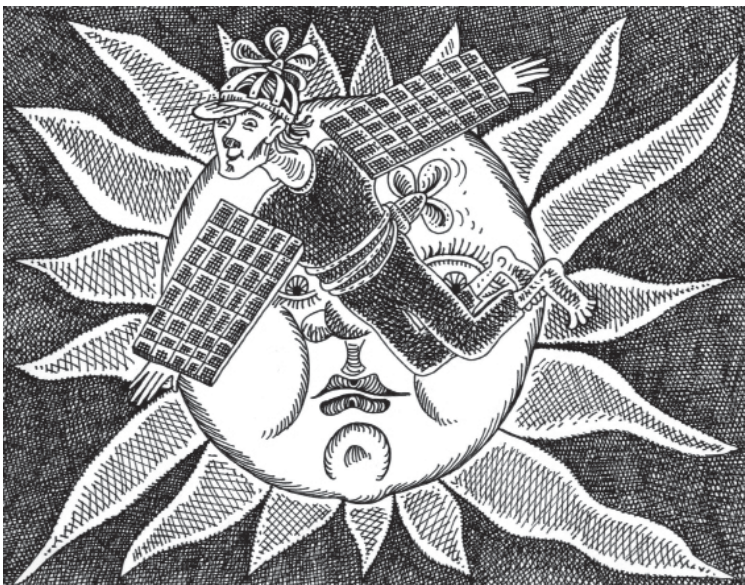
«Yet another online school. In Russian». Этой ссылке еще предстоит стать полезной, зато наши читатели, особенно те, кто имеет отношение к преподаванию, могут оказаться полезными для этого сообщества в Живом Журнале. Оно посвящено практической разработке идеи астрофизика и писателя-фантаста Ника Горькавого — созданию Виртуальной школы, которую предполагается присоединить к русскоязычной Википедии. Образовательных ресурсов в русскоязычном Интернете достаточно много, но почти все они создавались по принципу «кто что может». За исключением Коллекции цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru/>), пожалуй, никто еще не стремился методично, тему за темой, отработать официальную школьную программу. При этом Викишкола планирует создать и систематизировать именно авторские виртуальные уроки по каждой теме. Создавать и размещать уроки, как положено в Википедии, сможет любой желающий и способный, но оценивать их будет совет экспертов — опытных учителей. Проекту требуется помощь компетентных энтузиастов, дельные предложения и дельная же критика.

Российская государственная библиотека



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

Как ни странно, не все еще знают, что главная библиотека страны идет в ногу со временем, и, для того чтобы поработать в ее каталогах и почитать ее книги и диссертации, уже необязательно ехать в Москву. Часть документов находится в открытом доступе, в том числе старопечатные редкости. (При написании этой заметки в числе «новых поступлений» нам выпала «Фемида, или Начертание прав, преимуществ и обязанностей женского пола в России» 1767 года — интересное чтение даже для неспециалиста.) Музыканты наверняка оценят нотную коллекцию. Полезная опция — «Электронная библиотека диссертаций». Каталоги находятся в свободном доступе, и, сидя за домашним компьютером, вы можете узнать, по какой теме защитился ваш однокурсник (при условии, что его автореферат есть в РГБ). Сами диссертации в электронном виде можно смотреть в Виртуальных читальных залах (они есть не только в Москве, а в Москве — не только в здании Библиотеки). Скачать диссертацию на домашний компьютер нельзя, и нетрудно догадаться почему. Полный доступ библиотеке диссертаций зарегистрированным читателям РГБ обещают предоставить с 1 февраля 2011 года



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Солнечный самолет

По сей день еще встречаются мечтатели вроде тех, которые облетали землю на воздушном шаре. Самое забавное, что и в наш прагматический век им удастся исполнить свои мечты.

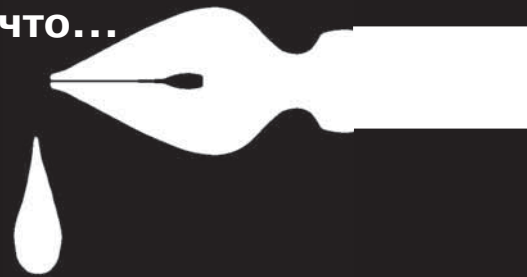
Десять лет назад француз Бертран Пикар задумал сконструировать самолет, который мог бы летать не только днем, но и ночью, используя одну лишь солнечную энергию. Вместе с другим энтузиастом, инженером Андре Боршбергом, они шесть лет работали над проектом первого образца HB-SIA (<http://www.solarimpulse.com/>). Два года ушло на поиск партнеров, денег и подбор команды в 70 человек. Потом надо было найти новые технологические решения, чтобы построить самолет размером как аэробус A340 (более 60 метров), а весом — как автомобиль (1600 кг). Каждую деталь придумывали заново, а затем оптимизировали и максимально облегчали. Самолет по имени «Солнечный импульс» оборудован 628 тончайшими (150 мкм) и очень легкими фотоэлектрическими элементами. Они распределены на 200 квадратных метрах и питают четыре электрических мотора, каждый мощностью примерно в 10 лошадиных сил. На самом деле шесть лет — фантастически короткий срок!

Образец HB-SIA в десять раз легче самого совершенного планера. Размах крыльев очень велик по сравнению с весом, поэтому авторы проекта не могли использовать уже накопленный опыт и все расчеты и пробные испытания делали заново.

В июле 2010 года «Солнечный импульс» совершил самый длинный в истории солнечной авиации полет. Он летел чуть больше 26 часов со средней скоростью 40 км/ч. Авторы проекта доказали, что самолет на солнечных батареях может быть абсолютно автономен и днем и ночью. Окрыленные успехом, инженеры-мечтатели в этом году вместе с Политехнической школой Лозанны начнут конструировать следующий образец, HB-SIB. К концу года новое чудо техники совершит беспосадочный перелет через Атлантику, а в 2012 году — кругосветный перелет в пять этапов.

Забавно, что авторы этого проекта оценивают политиков и экономистов (с которыми им пришлось много общаться за шесть лет строительства) примерно так же, как в XVIII веке первые конструкторы воздушного шара — тогда против них был весь мир, их считали сумасшедшими. Сегодней Андре Боршберг говорит: «Я понял, что на свете больше глупых людей, чем злых. И это приятно с точки зрения морали, но немного настораживает в плане будущего человечества».

Пишут, что...



...получена черновая версия геномов орангутанов с островов Суматра и Борнео, *Pongo abelii* and *Pongo pygmaeus*; последовательности двух островных видов совпадают в среднем лишь на 99,68% («Nature», 2011, т.469, № 7331, с.529—533)...

...мутантные цианобактерии, впервые полученные в МГУ, успешно использовались для получения водорода в биореакторах («Микробиология», 2010, т.79, № 6, с.734—747)...

...в ткани аневризмы левого желудочка сердца найдены стволовые клетки («Цитология», 2010, т.52, № 11, с.921—930)...

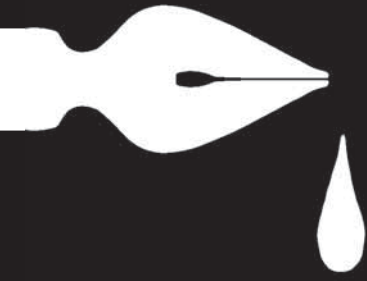
...редис, салат-латук, пшеница способны выжить, проведя полчаса в условиях, близких к вакууму; после того как давление в экспериментальной камере вернулось к нормальному, они продолжали расти и даже дали урожай («New Scientist», 2011, № 2795, с.12)...

...возможно, большинство типов вирусов имеют в природе соответствующий вид простейшего, в организме которого данный вирус способен жить, а также вид одноклеточного, инактивирующий именно данный вирус («Биотехнология», 2010, № 12, с.7—33)...

...при атопических дерматитах в коже активизируется свободнорадикальное окисление («Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 2010, т.150, № 12, с.631—633)...

...у мужчин 65—86 лет, хотя бы один раз в течение года упавших, отмечен преждевременный темп старения, тогда как для мужчин, избежавших падения в течение года, характерно нормальное старение («Экология человека», 2010, № 12, с.50—54)...

...62,7% калмычек от 18 до 23 лет имеют прямую спину, тогда как среди русских примерно столько же девушек



сутулятся («Вестник МГУ. Серия XXIII. Антропология», 2010, № 4, с. 76—81)...

...археологи обнаружили останки десятков воинов, сражавшихся в битве при Химере на Сицилии в 480 г. до н. э. («Archaeology», 2011, т.64, № 1, <http://www.archaeology.org/1101/>)...

...в Аргентине найден представитель первых динозавров, живший около 230 миллионов лет назад, — возможно, дальний предок *Tyrannosaurus rex* («Science», 2011, т. 331, № 6014, с. 134)...

...возможность применения фокусированного ультразвука для локального разрушения структур мозга без повреждения черепа была впервые продемонстрирована в начале 1970-х годов («Акустический журнал», 2010, т.56, № 6, с. 844—861)...

...показан переход фотородопсина обратно в родопсин в фемтосекундной шкале времени («Доклады Академии наук», 2010, т.435, № 2, с.262—266)...

...радужные переливы на прозрачных крылышках дрозофил видоспецифичны и неодинаковы у самцов и самок («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2011, т. 108, № 2, с.668—673)...

...импортируемые в Россию миниатюрные деревья бонсай могут быть переносчиками насекомых-вредителей, в том числе молей, тлей и паутинного клеща («Защита и карантин растений», 2010, № 12, с.28—31)...

...в Пермской области у пяти-шестилетних коров содержание свинца в крови из-за техногенного загрязнения окружающей среды может превышать норматив на 12% («Ветеринария», 2010, № 12, с.55—56)...

...предложена численная модель свободного падения дерева, учитывающая гибкость ствола («Лесной журнал», 2010, № 4, с.37—53)...

Художник С. Дергачев



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

«Чума на оба ваши дома!»

Большая средневековая эпидемия черной чумы затронула гораздо больше домов — она сократила население Европы в XIV—XVIII веках на треть. Почему именно тогда возбудитель чумы стал совершенным орудием убийства? Ведь ничего подобного не случилось в XIX веке, когда эпидемия чумы опять пришла в Европу. И сегодня на Мадагаскаре (где находится один из природных источников чумы) от этой болезни умирает несколько сотен людей в год. Тоже, конечно, плохо, но нет ничего похожего на средневековую пандемию.

Чтобы понять, в чем особенность штамма Черной Смерти, ученые изучают чумные средневековые захоронения. И чем дальше, тем более загадочной становится эта история. Три года назад Мишель Дранкур и его сотрудники из Марсельского университета получили результаты, которые как будто позволяли предположить, что при трех больших пандемиях — поздней Античности, Средних веков и в XIX веке — свирепствовал один и тот же штамм. Но теперь, изучив пять чумных кладбищ, они пришли к другому выводу. Пандемию XIV—XVIII веков вызвали как минимум два штамма. Один начал свирепствовать во Франции, потом к 1348 году перебрался в Англию. Второй убивал жителей Нидерландов в 1350 году. Именно наличие разных штаммов могло сделать средневековую пандемию такой страшной. Но ученые признают, что пока не до конца поняли генеалогию этого заболевания.

Последовательность генов, характерную для *Yersinia pestis*, искали в зубах и костях несчастных. Потом секвенировали уже известные мутации, чтобы различить штаммы. Вот тут и оказалось, что в Нидерландах возбудители чумы имеют одну и ту же и до сих пор не известную мутацию.

Зачем ученые пытаются докопаться до столь давней истории? Чтобы она не повторилась. Похоже, какая-то из вариаций штамма была особенно опасна, поскольку при вспышке в 1720 году в Марселе умерло больше половины населения. И наоборот, вспышка XIX века, пришедшая из Азии, совсем не была похожа на ту ужасную пандемию.

Кстати, ученые еще раз напоминают о пользе гигиены и о тех преимуществах, которые она принесла человечеству. Ведь чуму, по видимому, разносили не только крысы и блохи, но и нательные вши. Уже в XX веке ученые не раз находили в подобных захоронениях вшей, зараженных чумой. Исследователи доказали в опытах с кроликами, что эти паразиты могут быть переносчиками чумы, хотя и не всех штаммов. В общем, исследования продолжаются, но бороться за чистоту пора начинать уже сейчас. Тем более что, даже по официальным данным, в крупных городах некоторых стран, включая нашу, участились случаи педикулеза.

Б.Лагутина



...И хруст бумажных денег

Современные бумажные деньги можно смело назвать шедевром полиграфического искусства. Впечатляют их техническое и художественное совершенство, многоступенчатая защита, сложность изготовления. А начинается все с бумаги.

К бумаге, на которой печатают купюры, предъявляют жесткие требования: она должна быть непрозрачной, гладкой, светопрочной, стойкой к истиранию и старению, а главное — износоустойчивой. Чего только не делаем мы с деньгами: мнем, комкаем, складываем, засовываем в узкие карманы и маленькие кошельки, а бывает, что и стираем в стиральной машине! Как вы думаете, сколько сгибаний выдержит купюра? Сто, двести? Оказывается, денежная бумага не разорвется и после нескольких тысяч перегибов, в то время как обычный канцелярский лист не вынесет и двадцати. Денежная бумага имеет высокую прочность на разрыв и хорошее сопротивление надрыву кромок.

Сырьем для денежной бумаги служат хлопковые и льняные волокна, на 90% состоящие из целлюлозы. Ее мелкие волокна, переплетаясь, образуют прочные механические связи и обеспечивают бумаге высокую износостойкость и долговечность. Прочность зависит и от степени размолла — говоря профессиональным языком, разработки или фибрилляции исходного сырья. Чем размол мельче, тем прочнее и качественнее будет бумага. Ее проклеивают крахмалом, меламиноформальдегидной смолой, вводят химические реагенты и наполнители, до и после печати покрывают тончайшим слоем защитного лака.

В России первые ассигнации появились при Екатерине II, в 70-е годы XVIII века. В 1818 году под Петербургом при бумажной фабрике была открыта Экспедиция Заготовления Государственных бумаг, где началось производство денежной бумаги высокого качества. Делали ее из тряпья и пеньки — грубого лубяного волокна стеблей конопли. Бумага была очень хороша. Часть ее шла на экспорт. В 1878 году продукция Экспедиции получила Золотую медаль на Всемирной выставке в Париже. Особо были отмечены «артистическая красота и техническое совершенство» водяных знаков.

Водяной знак — неперемный атрибут денежных банкнот, ценных бумаг, государственных документов. Образуется он за счет изменения толщины слоя бумажного волокна. Он может быть общим, «покрывным» — в виде повторяющегося орнамента, или локальным — в виде рисунка, размещенного в определенном месте листа. В качестве локальных водяных знаков используются портреты монархов и государственных деятелей, гербы, эмблемы, монограммы.

Рисунок или фотографию гравировать, переносят сначала на штамп, потом на металлическую сетку вала-дендириоля или непосредственно на сетку цилиндра бумагоделательной машины, которые, вращаясь, надавливают на полотно еще мокрой бумаги, делая оттиск. Бумажный слой сжимается и в месте тиснения становится тоньше, прозрачнее. Рисунок или узор можно увидеть на просвет — он будет светлее остального листа или, наоборот, темнее, если смотреть в отраженном свете на темном фоне. Придумали водяные знаки итальянцы в XIII веке. По преданию, монах, изготавливавший бумагу, нечаянно уронил крестик в черпальное сито с жидкой бумажной массой. Когда листок высох, на нем просвечивал силуэт креста. Монастырская братия сочла это добрым знаком небес.

Сначала водяные знаки служили для идентификации бумаги и престижа. Теперь это главная защита от подделок. Уничтожить водяной знак, не повредив бумагу, или нанести его без бумагоделательной машины практически невозможно. Его можно имитировать — тиснением или прозрачным лаком. Однако любая имитация, какой бы виртуозной она ни была, дает рисунок с четко выраженным контуром, чего не бывает у настоящих водяных знаков. Очертания рисунка подлинного водяного знака слегка раз-

В.В.ГРИГОРЬЕВОЙ, Москва: *В отличие от интерферона и грипферона, анаферон — гомеопатический препарат со сходным названием, содержащий, согласно заверениям производителя, менее одной молекулы антитела к интерферону человека на таблетку; относительно его возможного механизма действия, если таковое имеется, вопрос не к нам.*

Н.А.ВАЙСБЕРГУ, Новгород Великий: *Противообледенительные жидкости для самолетов в качестве активного компонента содержат многоатомные спирты — этиленгликоль, пропиленгликоль или диэтиленгликоль.*

О.М.ПОЛОНСКОЙ, Волгоград: *Мириада (мириад) — устаревшее числительное, означает десять тысяч, или 10⁴; современный орфографический словарь дает мужской род, словарь Даля настаивает на женском.*

Т.В.СЕРДЮК, Балашиха: *На рынке вас не обманывали, птица под названием индоутка, или индейская утка, действительно существует, и это не гибрид индейки с домашней уткой (кстати, абсолютно невозможный), а мускусная утка Cairina moschata L. — другой вид семейства утиных.*

Е.М.СМИРНОВОЙ, Севастополь: *Какао, чтобы оно получалось вкуснее, следует заваривать водой, а потом уже добавлять молоко; сыпать порошок обычного (нерастворимого) какао в горячее или холодное молоко неправильно.*

А.В.ЛИПОВЕЦКОЙ, Санкт-Петербург: *И коррекция, и косметические контактные линзы рекомендуются приобретать после консультации с офтальмологом; если случится так, что купленные наугад линзы не подойдут по диаметру и радиусу кривизны, носить вы их не сможете.*

С.В., электронная почта: *Неочевидно, что дешевая туалетная бумага растворяется в воде хуже дорогой, некоторые исследования, проводимые западными санитарными службами, дали противоположный результат; а впрочем, вы можете и сами поставить опыт.*

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ: *Конкурс научно-фантастической миниатюры завершен, спасибо всем участникам; заходите осенью, на следующий конкурс.*



МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

мыты. Впрочем, увидеть это может только профессионал. Современные методы позволяют сделать водяной знак скрытым или видимым только в ультрафиолетовом свете либо с одной стороны листа. Для еще более надежной защиты в денежную бумагу вводят тонкие цветные шелковые или синтетические полоски шириной 1—2 мм, металлические и магнитные нити. Они могут быть блестящими или прозрачными, располагаться как в толще листа, так и на поверхности. Иногда на этих полосках печатают микротекст. Еще один способ защиты — микроперфорация, то есть рисунок из крошечных отверстий, нанесенных лазером. Он виден на

просвет, однако на ощупь бумага остается совершенно гладкой.

Краски, используемые для печати денег, — это чудо современных технологий. Они не только стойкие к свету, воде и химическим реактивам. Они могут светиться в ультрафиолетовых лучах и не иметь цвета в видимом спектре, переливаться от желто-зеленого до красно-оранжевого в зависимости от угла зрения. Металлизированные краски создают эффект искрения и проблескивания. Есть краски, которые глаз воспринимает как один цвет, но инфракрасный свет они отражают по-разному: их называют ИК-метамерными. В инфракрасном свете будет видна только

часть рисунка. Как говорят специалисты, ИК-метамерные краски — это единственный способ защиты, имитация которого пока не встречается в подделках.

Что же делать, когда возникает подозрение, что у вас в руках фальшивая купюра? Если она новая, можно послушать, как она хрустит. «Правильный» хруст денежной бумаги безошибочно различают на слух специалисты. А нам дают такой совет: опустите сомнительную купюру в воду вместе с настоящей. Если они закрутятся одинаково, значит, она подлинная. И высыхать настоящие будут, не деформируясь, в отличие от подделок.

М.Демина

16-я международная выставка
химической промышленности и науки

24–27 октября

Х И М И Я



ufi
Approved
Event



2011

Центральный
выставочный
комплекс
«Экспоцентр»
Россия, Москва

Организатор:

ЗАО «Экспоцентр»

При содействии:

ОАО «НИИТЭХИМ»

При поддержке:

- Министерства промышленности
и торговли РФ

- Российского Союза химиков

- РХО им. Менделеева

ЗАО «Экспоцентр»

123100, Россия, Москва,

Краснопресненская наб., 14

Тел.: (499) 795-37-94, 795-39-99

E-mail: chemica@expocentr.ru

www.chemistry-expo.ru



ЭКСПОЦЕНТР

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА

ISSN 1727-5903



9 771727 590006 >